

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

PAT-NO: JP410097645A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10097645 A

TITLE: METHOD AND DEVICE FOR COMPRESSING
SHAPE DATA AND METHOD
AND DEVICE FOR EXPANDING SHAPE DATA

PUBN-DATE: April 14, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

MOCHIZUKI, YOSHIYUKI

NAKA, TOSHIYA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP09203648

APPL-DATE: July 29, 1997

INT-CL (IPC): G06T017/00, G06T015/00 , H03M007/30 ,
H04N001/41 , H04N007/24

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and device for compressing shape data by which the shape data of such a living being as the human being, animals, etc., and such an artificial object as the automobile, airplane, etc., having various curved surfaces can be compressed effectively.

SOLUTION: The sequences of points of three-dimensional coordinates or two-dimensional coordinates indicating the shape of an object are converted

into sequences of points in a one-dimensional normal space (processes 1 to 4) and the one-dimensional normal space is divided into partial spaces (small sections) (process 5). Then the distribution of the converted sequences of points in each section is checked (process 6) and the dividing width of each section is appropriately changed (process 8). Thereafter, the average value of the coordinate values of the sequences of points in each section when the dividing width is a decided one is coded (processes 9 and 10) and each converted sequence of points is converted into a code based on the coded average value (process 11).

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-97645

(43)公開日 平成10年(1998)4月14日

(51)IntCl.⁶ 識別記号

G 0 6 T 17/00

15/00

H 0 3 M 7/30

H 0 4 N 1/41

7/24

F I

G 0 6 F 15/62

H 0 3 M 7/30

H 0 4 N 1/41

G 0 6 F 15/72

H 0 4 N 7/13

3 5 0 A

B

Z

4 5 0 A

Z

審査請求 未請求 請求項の数40 O L (全 30 頁)

(21)出願番号 特願平9-203648

(22)出願日 平成9年(1997)7月29日

(31)優先権主張番号 特願平8-198718

(32)優先日 平8(1996)7月29日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 望月 義幸

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(72)発明者 中 俊弥

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

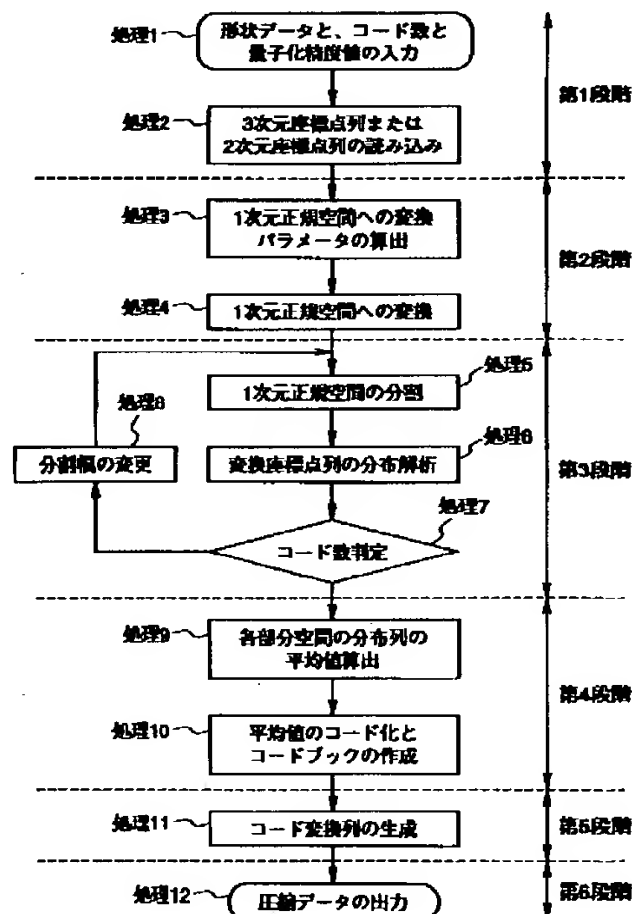
(74)代理人 弁理士 早瀬 憲一

(54)【発明の名称】 形状データ圧縮方法、伸長方法、及び形状データ圧縮装置、伸長装置

(57)【要約】

【課題】 人間や動物などの生き物や自動車、飛行機など人工物のように、様々な曲面が複雑に組み合わせられたような形状データを効果的に圧縮することのできる形状データ圧縮方法、圧縮装置を提供すること。

【解決手段】 物体形状を表す3次元座標点列または2次元座標点列を1次元正規空間における点列へ変換(処理1~処理4)し、この1次元正規空間を部分空間(小区間)に分割して(処理5)、各小区間ごとの変換点列の分布を調べ(処理6)、上記小区間の分割幅を適宜変更し(処理8)、決定された分割幅の時の、各小区間の点列の座標値の平均値をコード化し(処理9、10)、該コードを基にして前記各変換点列をコード変換する(処理11)。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される物体形状データの圧縮方法であって、3次元座標点列または2次元座標点列として与えられる形状データに対して、

前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データをコード化する際のコード数と量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データの読み込みとを行なう第1段階と、

前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像する第2段階と、

前記量子化精度に基づいて前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、該初期空間分割幅で前記1次元正規空間を部分空間に分割し、前記各部分空間に対する前記変換座標点列の分布を解析し、適応的に分割幅を変更することで分布数が0でない部分空間の個数が前記コード数に近似的に等しくなるように決定し、決定された分割幅の時の部分空間に対する前記変換点列の分布を算出する第3段階と、

前記分布数が0でない部分空間に対して、各部分空間に分布する点列の座標値の平均値を求め、この値をコード化してコードブックとする第4段階と、

前記コードブックに従って前記変換点列をコード変換し、コード変換列を生成する第5段階と、

前記第2段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、前記コードブックとコード変換列とからなる圧縮データを出力する第6段階とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮方法。

【請求項2】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される物体形状データの圧縮方法であって、3次元座標点列または2次元座標点列として与えられる形状データに対して、

前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データをコード化する際のコード数と量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データの読み込みとを行なう第1段階と、

前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像する第2段階と、

前記量子化精度に基づいて前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、該初期空間分割幅で前記1次元正規空間を部分空間に分割し、前記各部分空間に対する前記変換座標点列の分布を解析し、適応的に分割幅を変更することで分布数が0でない部分空間の個数が前記コード数に近似的に等しくなるように決定し、決定された分割幅の時の部分空間に対する前記変換点列の分布を算出する第3段階と、

前記分布数が0でない部分空間に対して、各部分空間に分布する点列の座標値の平均値を求め、この値をコード

2

化してコードブックとする第4段階と、

前記コードブックに従って前記変換点列をコード変換

し、コード変換列を生成する第5段階と、

前記コード変換列をランレングス圧縮する第6段階と、

前記第2段階におけるデータ写像時の変換パラメータ

と、前記コードブックと、前記ランレングス圧縮されたコード変換列とからなる圧縮データを出力する第7段階とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮方法。

【請求項3】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される物体形状データの圧縮方法であって、3次元ベクトル列として与えられる形状データに対して、

前記3次元ベクトル列データをコード化する際のコード数と量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なう第1段階と、

前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する第2段階と、

前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像する第3段階と、

前記量子化精度に基づいて前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、該初期空間分割幅で前記1次元正規空間を部分空間に分割し、前記各部分空間に対する前記変換座標点列の分布を解析し、適応的に分割幅を変更することで分布数が0でない部分空間の個数が前記コード数に近似的に等しくなるように決定し、決定された分割幅の時の部分空間に対する前記変換点列の分布を算出する第4段階と、

前記分布数が0でない部分空間に対して、各部分空間に分布する点列の座標値の平均値を求め、この値をコード化してコードブックとする第4段階と、

前記コードブックに従って前記変換点列をコード変換し、コード変換列を生成する第6段階と、

前記第3段階におけるデータ写像時の変換パラメータ

と、前記コードブックとコード変換列とからなる圧縮データを出力する第7段階とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮方法。

【請求項4】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される物体形状データの圧縮方法であって、3次元ベクトル列として与えられる形状データに対して、

前記3次元ベクトル列データをコード化する際のコード数と量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なう第1段階と、

前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する第2段階と、

前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像する第3段階と、

前記量子化精度に基づいて前記1次元正規空間に対する

3

初期空間分割幅を算出し、該初期空間分割幅で前記1次元正規空間を部分空間に分割し、前記各部分空間に対する前記変換座標点列の分布を解析し、適応的に分割幅を変更することで分布数が0でない部分空間の個数が前記コード数に近似的に等しくなるように決定し、決定された分割幅の時の部分空間に対する前記変換点列の分布を算出する第4段階と、

前記分布数が0でない部分空間に対して、各部分空間に分布する点列の座標値の平均値を求め、この値をコード化してコードブックとする第4段階と、

前記コードブックに従って前記変換点列をコード変換し、コード変換列を生成する第6段階と、

前記コード変換列をランレングス圧縮する第7段階と、前記第3段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、前記コードブックと、前記ランレングス圧縮されたコード変換列とからなる圧縮データを出力する第8段階とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮方法。

【請求項5】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される物体形状データの圧縮方法であって、3次元座標点列または2次元座標点列として与えられる形状データに対して、

前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データの読み込みとを行なう第1段階と、

前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像する第2段階と、

前記コード数が入力された場合には前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記1次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第3段階と、

前記第2段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第3段階における算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力する第4段階とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮方法。

【請求項6】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される物体形状データの圧縮方法であって、3次元座標点列または2次元座標点列として与えられる形状データに対して、

前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データの読み込みとを行なう第1段階と、

前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像する第2段階と、

前記コード数が入力された場合には前記1次元正規空間

4

に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記1次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第3段階と、

前記コード変換列をランレングス圧縮する第4段階と、前記第2段階におけるデータ写像時の変換パラメータと第3段階における算術式のパラメータと前記ランレングス圧縮されたコード変換列からなる圧縮データを出力する第5段階とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮方法。

10

【請求項7】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される物体形状データの圧縮方法であって、3次元ベクトル列として与えられる形状データに対して、

前記3次元ベクトル列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なう第1段階と、

20

前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する第2段階と、前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像する第3段階と、

30

前記コード数が入力された場合には前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記1次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第4段階と、

前記第3段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第4段階における算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力する第5段階とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮方法。

40

【請求項8】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される物体形状データの圧縮方法であって、3次元ベクトル列として与えられる形状データに対して、

前記3次元ベクトル列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なう第1段階と、

前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する第2段階と、前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像する第3段階と、

50

前記コード数が入力された場合には前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記1次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成

する第4段階と、
前記コード変換列をランレングス圧縮する第5段階と、
前記第3段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第4段階における算術式のパラメータと、前記ランレングス圧縮されたコード変換列とからなる圧縮データを出力する第6段階とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮方法。

【請求項9】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される物体形状データの圧縮方法であって、3次元座標点列として与えられる形状データに対して、

前記3次元座標点列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データの読み込みとを行なう第1段階と、

前記3次元座標点列データを変換パラメータに基づいて3次元正規空間 $[a,b] \times [c,d] \times [e,f]$ における変換座標点列に写像する第2段階と、

前記コード数が入力された場合には前記3次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記3次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第3段階と、

前記第2段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第3段階における算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力する第4段階とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮方法。

【請求項10】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される物体形状データの圧縮方法であって、3次元座標点列として与えられる形状データに対して、

前記3次元座標点列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データの読み込みとを行なう第1段階と、

前記3次元座標点列データを変換パラメータに基づいて3次元正規空間 $[a,b] \times [c,d] \times [e,f]$ における変換座標点列に写像する第2段階と、

前記コード数が入力された場合には前記3次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記3次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第3段階と、

前記コード変換列をランレングス圧縮する第4段階と、
前記第2段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第3段階における算術式のパラメータと、前記ランレングス圧縮されたコード変換列とからなる圧縮データを出力する第5段階とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮方法。

【請求項11】 3次元コンピュータグラフィックスに

よる画像生成で使用される物体形状データの圧縮方法であって、2次元座標点列として与えられる形状データに対して、

前記2次元座標点列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記2次元座標点列データの読み込みとを行なう第1段階と、

前記2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて2次元正規空間 $[a,b] \times [c,d]$ における変換座標点列に写像する第2段階と、

10 前記コード数が入力された場合には前記2次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記2次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第3段階と、

前記第2段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第3段階における算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力する第4段階とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮方法。

20 【請求項12】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される物体形状データの圧縮方法であって、2次元座標点列として与えられる形状データに対して、

前記2次元座標点列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記2次元座標点列データの読み込みとを行なう第1段階と、

前記2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて2次元正規空間 $[a,b] \times [c,d]$ における変換座標点列に写像する第2段階と、

30 前記コード数が入力された場合には前記2次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記2次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第3段階と、

前記コード変換列をランレングス圧縮する第4段階と、
前記第2段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第3段階における算術式のパラメータと、前記ランレングス圧縮されたコード変換列とからなる圧縮データを出力する第5段階とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮方法。

40 【請求項13】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される物体形状データの圧縮方法であって、3次元ベクトル列として与えられる形状データに対して、

前記3次元ベクトル列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なう第1段階と、

前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する第2段階と、

50

前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて2次元正規空間 $[a, b] \times [c, d]$ における変換点列に写像する第3段階と、

前記コード数が入力された場合には前記2次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記2次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第4段階と、

前記第3段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第4段階における算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力する第5段階とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮方法。

【請求項14】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの圧縮方法であって、3次元ベクトル列として与えられる形状データに対して、

前記3次元ベクトル列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なう第1段階と、

前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する第2段階と、

前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて2次元正規空間 $[a, b] \times [c, d]$ における変換点列に写像する第3段階と、

前記コード数が入力された場合には前記2次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記2次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第4段階と、

前記コード変換列をランレングス圧縮する第5段階と、前記第3段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第4段階における算術式のパラメータと、前記ランレングス圧縮されたコード変換列とからなる圧縮データを出力する第6段階とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮方法。

【請求項15】 請求項1ないし8いずれかに記載の形状データ圧縮方法において、上記1次元正規空間に変換する際のスケール変換に全ての座標値の絶対値の最大値を利用することを特徴とする形状データ圧縮方法。

【請求項16】 請求項1ないし8いずれかに記載の形状データ圧縮方法において、上記1次元正規空間に変換する際のスケール変換に各座標値毎の絶対値の最大値を利用することを特徴とする形状データ圧縮方法。

【請求項17】 請求項1ないし14いずれかに記載の形状データ圧縮方法において、1次元または2次元、もしくは3次元正規空間に変換す

る際の平行移動量に各座標値毎の平均値を利用することを特徴とする形状データ圧縮方法。

【請求項18】 請求項6ないし14いずれかに記載の形状データ圧縮方法において、

コード化の際の算術式として、単調増加関数の逆関数を用いることを特徴とする形状データ圧縮方法。

【請求項19】 請求項5ないし8いずれかに記載の形状データ圧縮方法において、

複数の形状データに対して、共通の1次元正規空間と算術式を使用することを特徴とする形状データ圧縮方法。

【請求項20】 請求項9ないし14いずれかに記載の形状データ圧縮方法において、

複数の形状データに対して、共通の2次元もしくは3次元正規空間と算術式を使用することを特徴とする形状データ圧縮方法。

【請求項21】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの伸長方法であって、

圧縮された物体形状データのコード変換列を変換時に用いたコードブックを用いて逆変換する第1の段階と、

上記逆変換して得られた、1次元正規空間 $[a, b]$ に写像された変換点列を逆写像して3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを出力する第2の段階とを含むことを特徴とする物体形状データ伸長方法。

【請求項22】 請求項21記載の物体形状データ伸長方法において、

上記圧縮された物体形状データはランレングス圧縮されたものであり、

上記第1の段階は、上記コードブックを用いて逆変換する前に、上記ランレングス圧縮された物体形状データを伸長してランレングス圧縮前の圧縮された物体形状データに復元する段階を有することを特徴とする物体形状データ伸長方法。

【請求項23】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの伸長方法であって、

圧縮された物体形状データは、圧縮時に、コード化する際のコード数または量子化精度によって決められた分割幅を有する1次元正規空間の部分空間の変換点列の点が算術式によりコード変換されたものであり、

圧縮された物体形状データのコード変換列を上記算術式の逆の算術を行う算術式を用いて逆変換する第1の段階と、

上記逆変換して得られた、1次元正規空間 $[a, b]$ に写像された変換点列を逆写像して3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを出力する第2の段階とを含むことを特徴とする物体形状データ伸長方法。

【請求項24】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データを圧縮する形状データ圧縮装置であって、

3次元座標点列または2次元座標点列として与えられる形状データをコード化の際のコード数と量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データの読み込みとを行なうデータ入力手段と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像するデータ写像手段と、前記量子化精度に基づいて前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、該初期空間分割幅で前記1次元正規空間を部分空間に分割し、前記各部分空間に対する前記変換座標点列の分布を解析し、適応的に分割幅を変更することで分布数が0でない部分空間の個数が前記コード数に近似的に等しくなるように決定し、決定された分割幅の時の部分空間に対する前記変換点列の分布を算出し、前記分布数が0でない部分空間に対して、各部分空間に分布する点列の座標値の平均値を求め、この値をコード化してコードブックとする量子化手段と、前記コードブックに従って前記変換点列をコード変換し、コード変換列を生成するコード変換手段と、前記第データ写像手段によるデータ写像時の変換パラメータと、前記コードブックとコード変換列とからなる圧縮データを出力するデータ出力手段とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮装置。

【請求項25】 請求項24記載の形状データ圧縮装置において、上記コード変換手段の出力であるコード変換列をランレングス圧縮するランレングス圧縮手段を備えたことを特徴とする形状データ圧縮装置。

【請求項26】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される物体形状データを圧縮する形状データ圧縮装置であって、

3次元ベクトル列として与えられる形状データをコード化の際のコード数と量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なうデータ入力手段と、

前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する極座標変換手段と、前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像するデータ写像手段と、

前記量子化精度に基づいて前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、該初期空間分割幅で前記1次元正規空間を部分空間に分割し、前記各部分空間に対する前記変換座標点列の分布を解析し、適応的に分割幅を変更することで分布数が0でない部分空間の個数が前記コード数に近似的に等しくなるように決定し、決定された分割幅の時の部分空間に対する前記変換点列の分布を算出し、前記分布数が0でない部分空間に対して、各部分空間に分布する点列の座標値の平均値を求め、この値をコード化してコードブックとする量子化手段と、

前記コードブックに従って前記変換点列をコード変換し、コード変換列を生成するコード変換手段と、前記データ写像手段によるデータ写像時の変換パラメータと、前記コードブックとコード変換列とからなる圧縮データを出力するデータ出力手段とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮装置。

【請求項27】 請求項26記載の形状データ圧縮装置において、

上記コード変換手段の出力であるコード変換列をランレングス圧縮するランレングス圧縮手段を備えたことを特徴とする形状データ圧縮装置。

【請求項28】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される物体形状データを圧縮する形状データ圧縮装置であって、

3次元座標点列または2次元座標点列として与えられる形状データをコード化の際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データの読み込みとを行なうデータ入力手段と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像するデータ写像手段と、

前記コード数が入力された場合には前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記1次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する量子化手段と、

前記データ写像手段によるデータ写像時の変換パラメータと、前記コード変換時の算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力するデータ出力手段とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮装置。

【請求項29】 請求項28記載の形状データ圧縮装置において、

上記量子化手段の出力であるコード変換列をランレングス圧縮するランレングス圧縮手段を備えたことを特徴とする形状データ圧縮装置。

【請求項30】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される物体形状データを圧縮する形状データ圧縮装置であって、

3次元ベクトル列として与えられる形状データをコード化の際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なうデータ入力手段と、

前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する極座標変換手段と、前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像するデータ写像手段と、

前記コード数が入力された場合には前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与

えられた場合には、この量子化精度で前記1次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する量子化手段と、

前記データ写像手段によるデータ写像時の変換パラメータと、前記コード変換時の算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力するデータ出力手段とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮装置。

【請求項31】 請求項30記載の形状データ圧縮装置において、

上記量子化手段の出力であるコード変換列をランレングス圧縮するランレングス圧縮手段を備えたことを特徴とする形状データ圧縮装置。

【請求項32】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データを圧縮する装置であって、

3次元座標点列として与えられる形状データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データの読み込みとを行なうデータ入力手段と、

前記3次元座標点列データを変換パラメータに基づいて3次元正規空間 $[a, b] \times [c, d] \times [e, f]$ における変換座標点列に写像するデータ写像手段と、

前記コード数が入力された場合には前記3次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記3次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する量子化手段と、

前記データ写像手段によるデータ写像時の変換パラメータと、前記コード変換時の算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力するデータ出力手段とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮装置。

【請求項33】 請求項32記載の形状データ圧縮装置において、

上記量子化手段の出力であるコード変換列をランレングス圧縮するランレングス圧縮手段を備えたことを特徴とする形状データ圧縮装置。

【請求項34】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データを圧縮する形状データ圧縮装置であって、

2次元座標点列として与えられる形状データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記2次元座標点列データの読み込みとを行なうデータ入力手段と、

前記2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて2次元正規空間 $[a, b] \times [c, d]$ における変換座標点列に写像するデータ写像手段と、

前記コード数が入力された場合には前記2次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与

えられた場合には、この量子化精度で前記2次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する量子化手段と、

前記データ写像手段によるデータ写像時の変換パラメータと、前記コード変換時の算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力するデータ出力手段とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮装置。

10 【請求項35】 請求項34記載の形状データ圧縮装置において、

上記量子化手段の出力であるコード変換列をランレングス圧縮するランレングス圧縮手段を備えたことを特徴とする形状データ圧縮装置。

【請求項36】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データを圧縮する形状データ圧縮装置であって、

3次元ベクトル列として与えられる形状データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なうデータ入力手段と、

20 前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する極座標変換手段と、

前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて2次元正規空間 $[a, b] \times [c, d]$ における変換点列に写像するデータ写像手段と、

前記コード数が入力された場合には前記2次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記2次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する量子化手段と、

30 前記データ写像手段によるデータ写像時の変換パラメータと、前記コード変換時の算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力するデータ出力手段とを備えたことを特徴とする形状データ圧縮装置。

【請求項37】 請求項36記載の形状データ圧縮装置において、

上記量子化手段の出力であるコード変換列をランレングス圧縮するランレングス圧縮手段を備えたことを特徴とする形状データ圧縮装置。

【請求項38】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データを伸長する形状データ伸長装置であって、

圧縮された物体形状データを入力とするデータ入力手段と、

上記入力された圧縮された物体形状データのコード変換列を変換時に用いたコードブックを用いて逆変換する逆変換手段と、

50 上記逆変換して得られた、1次元正規空間 $[a, b]$ に写像された変換点列を逆写像して3次元座標点列データま

たは2次元座標点列データを出力する逆量子化手段とを備えたことを特徴とする物体形状データ伸長装置。

【請求項39】 請求項38記載の物体形状データ伸長装置において、

上記圧縮された物体形状データはランレングス圧縮されたものであり、

上記逆変換手段は、上記逆変換手段により圧縮された物体形状データを上記コードブックを用いて逆変換する前に、上記ランレングス圧縮された物体形状データを伸長してランレングス圧縮前の圧縮された物体形状データに復元するランレングス圧縮解除部を有することを特徴とする物体形状データ伸長装置。

【請求項40】 3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される物体形状データを伸長する形状データ伸長装置であって、

圧縮された物体形状データは、圧縮時に、コード化する際のコード数または量子化精度によって決められた分割幅を有する1次元正規空間の部分空間の変換点列の点が算術式によりコード変換されたものであり、

圧縮された物体形状データのコード変換列を上記算術式の逆の算術を行う算術式を用いて逆変換する逆変換手段と、

上記逆変換して得られた、1次元正規空間[a,b]に写像された変換点列を逆写像して3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを出力する逆量子化手段とを備えたことを特徴とする物体形状データ伸長装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される、3次元座標点列、2次元座標点列、3次元ベクトル列などで与えられる形状データの圧縮方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】人間や動物などの生き物や自動車、飛行機などの人工物のように、様々な曲面が複雑に組み合わされたような物体を3次元コンピュータグラフィックスで扱う場合、これらの形状のモデリングは、実物もしくは模型の3次元計測によって行なわれることが一般である。但し、最近では自由曲面の扱えるCADが発達してきたので、自動車や飛行機などの人工物で、設計時からCADを使用している場合には、CADの設計データを使用してモデリングすることも増えてきている。いずれにしろ、このような形状データは、通常、その物体の表面上の点のインデックス付き3次元座標点列、物体表面における法線ベクトルのインデックス付き3次元ベクトル点列、物体表面上にテクスチャをマッピングする際に使用する3次元または2次元のテクスチャ座標のインデックス付きの3次元または2次元の座標点列と、それらのインデックスによるインデックス列によって与えられる。これらの点列やベクトル列の規模は、物体の形状に依存

するが、概形だけのものでも数百、詳細にモデリングされたものでは数千から数万の規模になる。そこで、このようなデータを圧縮する技術が必要となる。

【0003】第1の従来例としては、物体形状を多角形パッチやパラメトリック曲面で近似することで、形状データ量の削減を行なう方法がある。これについては、例えば、特願平4-202151号公報に示された「3次元形状入力装置」に記載されている。この方法では、形状データ量を削減していくためには、多角形パッチの頂点、もしくはパラメトリック曲面の制御点を削減していく必要がある。

【0004】しかしながら、この第1の従来例では、多角形頂点もしくはパラメトリック曲面の制御点を間引くわけであるが、そもそもが点列で表現されているので、パラメトリック曲面の制御点を間引くことはできない。従って、可能なのは、多角形の頂点を間引くことに対応する操作、すなわち表面上の点を間引くことである。しかし、膨大な点列の点の中からどの点を間引けばいいか、その判定方法が示されていないため、その選別が行えない。仮に、形状を全く無視して選別を行なうと、形状が変形されてデータとして全く使用することができなくなる。また、間引いた点に対する法線ベクトルやテクスチャ座標も対応して間引く必要もあり、更に、インデックス列の変更も必要となる。先に述べたように、形状データは膨大なため、それらの操作は困難を究めることになる。

【0005】これに代わる第2の従来例として提案されたものでは、例えば、特願平5-333859号公報に示された「形状データ圧縮方法および形状データ伸長方法」がある。この方法では、まず、部品に階層化された物体形状を用いることを前提とする、もしくは階層化されていない物体形状の場合にはこれを一旦を部品形状に分割して階層化するということを前提としている。そして、圧縮は各部品毎に行なわれ、圧縮の方法は、各部品形状の頂点座標と量子化された座標との間の変換式によって行なわれる。

【0006】しかしながら、この方法では、まずその前提として、階層化されている、もしくは階層化する必要があるが、これらの形状データは一般には階層化されていないことが多い。従って、部品階層化を行なう必要があるが、第2の従来例では、「頂点間の接続を考慮しつつ、頂点の分布範囲を分割することで階層部品化する」と記述されており、この操作を行なうためには、操作者がまず点列における点の間の接続関係を知る必要があるが、膨大な点列データに対してそのような接続関係を考慮することは不可能である。従って、実質的に行なえる分割は点列の分布範囲によって行なう分割だけであり、この操作では実態に則した部品階層化はできない。仮に、部品階層化されたデータがあったとしても、各部品、例えば、人間ならば上肢や下肢、胴体などは対称性

などは全く保証されていない複雑な形状である。

【0007】前述のように、圧縮は各部品毎に行なわれ、圧縮の方法は、各部品形状の頂点座標と量子化された座標との間の変換式によって行なわれる。これに対応する操作としては、部品形状を定義する部分点列に対して量子化された座標点列との間の変換式によって行なうことになる。第2の従来例によれば、この変換式を算出するためには、まず主軸変換を見い出さなければならないが、直方体等の単純な形状の物体には適用可能であるが、上述のような複雑な形状に対する主軸変換の算出方法は考慮されていないため、結局は、様々な曲面が複雑に組み合わされたような形状データをの圧縮を行なうことはできない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来の形状データ圧縮方法は以上のようにして行われており、部品形状は直方体等の、対称性などが保証された、単純で特殊な形状データの組合せでできているものしかその圧縮対象として示されておらず、曲面などが多用された複雑な形状に対する圧縮についてはこれに対応することができず、結局、データ圧縮を行うことができないという問題点があった。

【0009】本発明は、上記のような問題点に鑑みてみなされたもので、人間や動物などの生き物や自動車、飛行機など人工物のように、様々な曲面が複雑に組み合わされたような形状データを圧縮することのできる形状データ圧縮方法、及びこれを実現する形状データ圧縮装置、さらには上記形状データ圧縮方法、及び形状データ圧縮装置にて圧縮された形状データを復元化するための形状データ伸長方法、及び伸長装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1にかかる形状データ圧縮方法は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの圧縮方法であって、3次元座標点列または2次元座標点列として与えられる形状データに対して、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データをコード化する際のコード数と量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データの読み込みとを行なう第1段階と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像する第2段階と、前記量子化精度に基づいて前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、該初期空間分割幅で前記1次元正規空間を部分空間に分割し、前記各部分空間に対する前記変換座標点列の分布を解析し、適応的に分割幅を変更することで分布数が0でない部分空間の個数が前記コード数に近似的に等しくなるように決定し、決定された分割幅の時の部分空間に対する前記変換点列の分

布を算出する第3段階と、前記分布数が0でない部分空間に対して、各部分空間に分布する点列の座標値の平均値を求め、この値をコード化してコードブックとする第4段階と、前記コードブックに従って前記変換点列をコード変換し、コード変換列を生成する第5段階と、前記第2段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、前記コードブックとコード変換列とからなる圧縮データを出力する第6段階とを備えたものである。

【0011】またこの発明の請求項2にかかる形状データ圧縮方法は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの圧縮方法であって、3次元座標点列または2次元座標点列として与えられる形状データに対して、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データをコード化する際のコード数と量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データの読み込みとを行なう第1段階と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像する第2段階と、前記量子化精度に基づいて前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、該初期空間分割幅で前記1次元正規空間を部分空間に分割し、前記各部分空間に対する前記変換座標点列の分布を解析し、適応的に分割幅を変更することで分布数が0でない部分空間の個数が前記コード数に近似的に等しくなるように決定し、決定された分割幅の時の部分空間に対する前記変換点列の分布を算出する第3段階と、前記分布数が0でない部分空間に対して、各部分空間に分布する点列の座標値の平均値を求め、この値をコード化してコードブックとする第4段階と、前記コードブックに従って前記変換点列をコード変換し、コード変換列を生成する第5段階と、前記コード変換列をランレングス圧縮する第6段階と、前記第2段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、前記コードブックと、前記ランレングス圧縮されたコード変換列とからなる圧縮データを出力する第7段階とを備えたものである。

【0012】また、この発明の請求項3にかかる形状データ圧縮方法は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの圧縮方法であって、3次元ベクトル列として与えられる形状データに対して、前記3次元ベクトル列データをコード化する際のコード数と量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なう第1段階と、前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する第2段階と、前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像する第3段階と、前記量子化精度に基づいて前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、該初期空間分割幅で前記1次元正規空間を部分空間に分割し、前記各部分空間に対する前記変換座標

点列の分布を解析し、適応的に分割幅を変更することで分布数が0でない部分空間の個数が前記コード数に近似的に等しくなるように決定し、決定された分割幅の時の部分空間に対する前記変換点列の分布を算出する第4段階と、前記分布数が0でない部分空間に対して、各部分空間に分布する点列の座標値の平均値を求め、この値をコード化してコードブックとする第4段階と、前記コードブックに従って前記変換点列をコード変換し、コード変換列を生成する第6段階と、前記第3段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、前記コードブックとコード変換列とからなる圧縮データを出力する第7段階とを備えたものである。

【0013】また、この発明の請求項4にかかる形状データ圧縮方法は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの圧縮方法であって、3次元ベクトル列として与えられる形状データに対して、前記3次元ベクトル列データをコード化する際のコード数と量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なう第1段階と、前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する第2段階と、前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて1次元正規空間[a,b]における変換点列に写像する第3段階と、前記量子化精度に基づいて前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、該初期空間分割幅で前記1次元正規空間を部分空間に分割し、前記各部分空間に対する前記変換座標点列の分布を解析し、適応的に分割幅を変更することで分布数が0でない部分空間の個数が前記コード数に近似的に等しくなるように決定し、決定された分割幅の時の部分空間に対する前記変換点列の分布を算出する第4段階と、前記分布数が0でない部分空間に対して、各部分空間に分布する点列の座標値の平均値を求め、この値をコード化してコードブックとする第4段階と、前記コードブックに従って前記変換点列をコード変換し、コード変換列を生成する第6段階と、前記コード変換列をランレングス圧縮する第7段階と、前記第3段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、前記コードブックと、前記ランレングス圧縮されたコード変換列とからなる圧縮データを出力する第8段階とを備えたものである。

【0014】また、この発明の請求項5にかかる形状データ圧縮方法は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの圧縮方法であって、3次元座標点列または2次元座標点列として与えられる形状データに対して、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データの読み込みとを行なう第1段階と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて1次元正規空間[a,b]における変換点列に写像する第2段階と、前

記コード数が入力された場合には前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記1次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第3段階と、前記第2段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第3段階における算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力する第4段階とを備えたものである。

【0015】また、この発明の請求項6にかかる形状データ圧縮方法は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの圧縮方法であって、3次元座標点列または2次元座標点列として与えられる形状データに対して、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データの読み込みとを行なう第1段階と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて1次元正規空間[a,b]における変換点列に写像する第2段階と、前記コード数が入力された場合には前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記1次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第3段階と、前記コード変換列をランレングス圧縮する第4段階と、前記第2段階におけるデータ写像時の変換パラメータと第3段階における算術式のパラメータと前記ランレングス圧縮されたコード変換列からなる圧縮データを出力する第5段階とを備えたものである。

【0016】また、この発明の請求項7にかかる形状データ圧縮方法は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの圧縮方法であって、3次元ベクトル列として与えられる形状データに対して、前記3次元ベクトル列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なう第1段階と、前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する第2段階と、前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて1次元正規空間[a,b]における変換点列に写像する第3段階と、前記コード数が入力された場合には前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記1次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第4段階と、前記第3段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第4段階における算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力する第5段階とを備えたものである。

【0017】また、この発明の請求項8にかかる形状データ圧縮方法は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの圧縮方法であって、3次元ベクトル列として与えられる形状データに対して、前記3次元ベクトル列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なう第1段階と、前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する第2段階と、前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像する第3段階と、前記コード数が入力された場合には前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記1次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第4段階と、前記コード変換列をランレングス圧縮する第5段階と、前記第3段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第4段階における算術式のパラメータと、前記ランレングス圧縮されたコード変換列とからなる圧縮データを出力する第6段階とを備えたものである。

【0018】また、この発明の請求項9にかかる形状データ圧縮方法は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの圧縮方法であって、3次元座標点列として与えられる形状データに対して、前記3次元座標点列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データの読み込みとを行なう第1段階と、前記3次元座標点列データを変換パラメータに基づいて3次元正規空間 $[a, b] \times [c, d] \times [e, f]$ における変換座標点列に写像する第2段階と、前記コード数が入力された場合には前記3次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記3次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第3段階と、前記第2段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第3段階における算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力する第4段階とを備えたものである。

【0019】また、この発明の請求項10にかかる形状データ圧縮方法は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの圧縮方法であって、3次元座標点列として与えられる形状データに対して、前記3次元座標点列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データの読み込みとを行なう第1段階と、前記3次元座標点列データを変換パラメータに基づいて3次元正規空間 $[a, b] \times [c, d] \times [e, f]$ における変換座標点列に写像する第2段階と、前記コード数が入力された

場合には前記3次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記3次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第3段階と、前記コード変換列をランレングス圧縮する第4段階と、前記第2段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第3段階における算術式のパラメータと、前記ランレングス圧縮されたコード変換列とからなる圧縮データを出力する第5段階とを備えたものである。

【0020】また、この発明の請求項11にかかる形状データ圧縮方法は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの圧縮方法であって、2次元座標点列として与えられる形状データに対して、前記2次元座標点列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記2次元座標点列データの読み込みとを行なう第1段階と、前記2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて2次元正規空間 $[a, b] \times [c, d]$ における変換座標点列に写像する第2段階と、前記コード数が入力された場合には前記2次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記2次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第3段階と、前記第2段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第3段階における算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力する第4段階とを備えたものである。

【0021】また、この発明の請求項12にかかる形状データ圧縮方法は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの圧縮方法であって、2次元座標点列として与えられる形状データに対して、前記2次元座標点列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記2次元座標点列データの読み込みとを行なう第1段階と、前記2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて2次元正規空間 $[a, b] \times [c, d]$ における変換座標点列に写像する第2段階と、前記コード数が入力された場合には前記2次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記2次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第3段階と、前記コード変換列をランレングス圧縮する第4段階と、前記第2段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第3段階における算術式のパラメータと、前記ランレングス圧縮されたコード変換列とからなる圧縮データを出力する第5段階とを備えたものである。

【0022】また、この発明の請求項13にかかる形状データ圧縮方法は、3次元コンピュータグラフィックス

21

による画像生成で使用する物体形状データの圧縮方法であって、3次元ベクトル列として与えられる形状データに対して、前記3次元ベクトル列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なう第1段階と、前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する第2段階と、前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて2次元正規空間 $[a, b] \times [c, d]$ における変換点列に写像する第3段階と、前記コード数が入力された場合には前記2次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記2次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第4段階と、前記第3段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第4段階における算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力する第5段階とを備えたものである。

【0023】また、この発明の請求項14にかかる形状データ圧縮方法は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの圧縮方法であって、3次元ベクトル列として与えられる形状データに対して、前記3次元ベクトル列データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なう第1段階と、前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する第2段階と、前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて2次元正規空間 $[a, b] \times [c, d]$ における変換点列に写像する第3段階と、前記コード数が入力された場合には前記2次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記2次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する第4段階と、前記コード変換列をランレングス圧縮する第5段階と、前記第3段階におけるデータ写像時の変換パラメータと、第4段階における算術式のパラメータと、前記ランレングス圧縮されたコード変換列とからなる圧縮データを出力する第6段階とを備えたものである。

【0024】また、この発明の請求項15にかかる形状データ圧縮方法は、上記請求項1ないし8いずれかに記載の形状データ圧縮方法において、上記1次元正規空間に変換する際のスケール変換に全ての座標値の絶対値の最大値を利用するようにしたものである。

【0025】また、この発明の請求項16にかかる形状データ圧縮方法は、上記請求項1ないし8いずれかに記載の形状データ圧縮方法において、上記1次元正規空間に変換する際のスケール変換に各座標値毎の絶対値の最大値を利用するようにしたものである。

22

【0026】また、この発明の請求項17にかかる形状データ圧縮方法は、上記請求項1ないし14いずれかに記載の形状データ圧縮方法において、1次元または2次元、もしくは3次元正規空間に変換する際の平行移動量に各座標値毎の平均値を利用するようにしたものである。

【0027】また、この発明の請求項18にかかる形状データ圧縮方法は、上記請求項6ないし14いずれかに記載の形状データ圧縮方法において、コード化の際の算術式として、単調増加関数の逆関数を用いるようにしたものである。

【0028】また、この発明の請求項19にかかる形状データ圧縮方法は、上記請求項5ないし8いずれかに記載の形状データ圧縮方法において、複数の形状データに対して、共通の1次元正規空間と算術式を使用するようにしたものである。

【0029】また、この発明の請求項20にかかる形状データ圧縮方法は、上記請求項9ないし14いずれかに記載の形状データ圧縮方法において、複数の形状データに対して、共通の2次元もしくは3次元正規空間と算術式を使用するようにしたものである。

【0030】また、この発明の請求項21にかかる形状データ伸長方法は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの伸長方法であって、圧縮された物体形状データのコード変換列を変換時に用いたコードブックを用いて逆変換する第1の段階と、上記逆変換して得られた、1次元正規空間 $[a, b]$ に写像された変換点列を逆写像して3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを出力する第2の段階とを含むものである。

【0031】また、この発明の請求項22にかかる形状データ伸長方法は、上記請求項21記載の物体形状データ伸長方法において、上記圧縮された物体形状データがランレングス圧縮されたものであり、上記第1の段階は、上記コードブックを用いて逆変換する前に、上記ランレングス圧縮された物体形状データを伸長してランレングス圧縮前の圧縮された物体形状データに復元する段階を有するものである。

【0032】また、この発明の請求項23にかかる形状データ伸長方法は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データの伸長方法であって、圧縮された物体形状データは、圧縮時に、コード化する際のコード数または量子化精度によって決められた分割幅を有する1次元正規空間の部分空間の変換点列の点が算術式によりコード変換されたものであり、圧縮された物体形状データのコード変換列を上記算術式の逆の算術を行う算術式を用いて逆変換する第1の段階と、上記逆変換して得られた、1次元正規空間 $[a, b]$ に写像された変換点列を逆写像して3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを出力する第2の段階と

を含むものである。

【0033】また、この発明の請求項24にかかる形状データ圧縮装置は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データを圧縮する形状データ圧縮装置であって、3次元座標点列または2次元座標点列として与えられる形状データをコード化する際のコード数と量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データの読み込みとを行なうデータ入力手段と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像するデータ写像手段と、前記量子化精度に基づいて前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、該初期空間分割幅で前記1次元正規空間を部分空間に分割し、前記各部分空間に対する前記変換座標点列の分布を解析し、適応的に分割幅を変更することで分布数が0でない部分空間の個数が前記コード数に近似的に等しくなるように決定し、決定された分割幅の時の部分空間に対する前記変換点列の分布を算出し、前記分布数が0でない部分空間に対して、各部分空間に分布する点列の座標値の平均値を求め、この値をコード化してコードブックとする量子化手段と、前記コードブックに従って前記変換点列をコード変換し、コード変換列を生成するコード変換手段と、前記データ写像手段によるデータ写像時の変換パラメータと、前記コードブックとコード変換列とからなる圧縮データを出力するデータ出力手段とを備えたものである。

【0034】また、この発明の請求項25にかかる形状データ圧縮装置は、上記請求項24記載の形状データ圧縮装置において、上記コード変換手段の出力であるコード変換列をランレングス圧縮するランレングス圧縮手段を備えたものである。

【0035】また、この発明の請求項26にかかる形状データ圧縮装置は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データを圧縮する形状データ圧縮装置であって、3次元ベクトル列として与えられる形状データをコード化する際のコード数と量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なうデータ入力手段と、前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する極座標変換手段と、前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像するデータ写像手段と、前記量子化精度に基づいて前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、該初期空間分割幅で前記1次元正規空間を部分空間に分割し、前記各部分空間に対する前記変換座標点列の分布を解析し、適応的に分割幅を変更することで分布数が0でない部分空間の個数が前記コード数に近似的に等しくなるように決定し、決定された分割幅の時の部分空間に対する前記変換点列の分布を算出し、前記

分布数が0でない部分空間に対して、各部分空間に分布する点列の座標値の平均値を求め、この値をコード化してコードブックとする量子化手段と、前記コードブックに従って前記変換点列をコード変換し、コード変換列を生成するコード変換手段と、前記データ写像手段によるデータ写像時の変換パラメータと、前記コードブックとコード変換列とからなる圧縮データを出力するデータ出力手段とを備えたものである。

【0036】また、この発明の請求項27にかかる形状データ圧縮装置は、上記請求項26記載の形状データ圧縮装置において、上記コード変換手段の出力であるコード変換列をランレングス圧縮するランレングス圧縮手段を備えたものである。

【0037】また、この発明の請求項28にかかる形状データ圧縮装置は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データを圧縮する形状データ圧縮装置であって、3次元座標点列または2次元座標点列として与えられる形状データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データの読み込みとを行なうデータ入力手段と、前記3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像するデータ写像手段と、前記コード数が入力された場合には前記1次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記1次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する量子化手段と、前記データ写像手段によるデータ写像時の変換パラメータと、前記コード変換時の算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力するデータ出力手段とを備えたものである。

【0038】また、この発明の請求項29にかかる形状データ圧縮装置は、上記請求項28記載の形状データ圧縮装置において、上記量子化手段の出力であるコード変換列をランレングス圧縮するランレングス圧縮手段を備えたものである。

【0039】また、この発明の請求項30にかかる形状データ圧縮装置は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データを圧縮する形状データ圧縮装置であって、3次元ベクトル列として与えられる形状データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なうデータ入力手段と、前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する極座標変換手段と、前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて1次元正規空間 $[a, b]$ における変換点列に写像するデータ写像手段と、前記コード数が入力された場合には前記1次元正規空間に対する

初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記1次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する量子化手段と、前記データ写像手段によるデータ写像時の変換パラメータと、前記コード変換時の算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力するデータ出力手段とを備えたものである。

【0040】また、この発明の請求項31にかかる形状データ圧縮装置は、上記請求項30記載の形状データ圧縮装置において、上記量子化手段の出力であるコード変換列をランレングス圧縮するランレングス圧縮手段を備えたものである。

【0041】また、この発明の請求項32にかかる形状データ圧縮装置は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データを圧縮する形状データ装置であって、3次元座標点列として与えられる形状データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元座標点列データの読み込みとを行なうデータ入力手段と、前記3次元座標点列データを変換パラメータに基づいて3次元正規空間 $[a, b] \times [c, d] \times [e, f]$ における変換座標点列に写像するデータ写像手段と、前記コード数が入力された場合には前記3次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記3次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する量子化手段と、前記データ写像手段によるデータ写像時の変換パラメータと、前記コード変換時の算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力するデータ出力手段とを備えたものである。

【0042】また、この発明の請求項33にかかる形状データ圧縮装置は、上記請求項32記載の形状データ圧縮装置において、上記量子化手段の出力であるコード変換列をランレングス圧縮するランレングス圧縮手段を備えたものである。

【0043】また、この発明の請求項34にかかる形状データ圧縮装置は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データを圧縮する形状データ圧縮装置であって、2次元座標点列として与えられる形状データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記2次元座標点列データの読み込みとを行なうデータ入力手段と、前記2次元座標点列データを変換パラメータに基づいて2次元正規空間 $[a, b] \times [c, d]$ における変換座標点列に写像するデータ写像手段と、前記コード数が入力された場合には前記2次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記2次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する

前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する量子化手段と、前記データ写像手段によるデータ写像時の変換パラメータと、前記コード変換時の算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力するデータ出力手段とを備えたものである。

【0044】また、この発明の請求項35にかかる形状データ圧縮装置は、上記請求項34記載の形状データ圧縮装置において、上記量子化手段の出力であるコード変換列をランレングス圧縮するランレングス圧縮手段を備えたものである。

【0045】また、この発明の請求項36にかかる形状データ圧縮装置は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データを圧縮する形状データ圧縮装置であって、3次元ベクトル列として与えられる形状データをコード化する際のコード数または量子化精度の入力と、前記3次元ベクトル列データの読み込みとを行なうデータ入力手段と、前記3次元ベクトル列データを極座標表現した場合の2つの角度のデータ列に変換する極座標変換手段と、前記角度のデータ列を変換パラメータに基づいて2次元正規空間 $[a, b] \times [c, d]$ における変換点列に写像するデータ写像手段と、前記コード数が入力された場合には前記2次元正規空間に対する初期空間分割幅を算出し、前記量子化精度が与えられた場合には、この量子化精度で前記2次元正規空間を分割し、分割された部分空間に属する前記変換点列の点を算術式によりコード変換し、コード変換列を生成する量子化手段と、前記データ写像手段によるデータ写像時の変換パラメータと、前記コード変換時の算術式のパラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力するデータ出力手段とを備えたものである。

【0046】また、この発明の請求項37にかかる形状データ圧縮装置は、上記請求項36記載の形状データ圧縮装置において、上記量子化手段の出力であるコード変換列をランレングス圧縮するランレングス圧縮手段を備えたものである。

【0047】また、この発明の請求項38にかかる形状データ伸長装置は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用する物体形状データを伸長する形状データ伸長装置であって、圧縮された物体形状データを入力とするデータ入力手段と、上記入力された圧縮された物体形状データのコード変換列を変換時に用いたコードブックを用いて逆変換する逆変換手段と、上記逆変換して得られた、1次元正規空間 $[a, b]$ に写像された変換点列を逆写像して3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを出力する逆量子化手段とを備えたものである。

【0048】また、この発明の請求項39にかかる形状データ伸長装置は、上記請求項38記載の物体形状データ伸長装置において、上記圧縮された物体形状データは

ランレングス圧縮されたものとなっており、上記逆変換手段は、上記逆変換手段により圧縮された物体形状データを上記コードブックを用いて逆変換する前に、上記ランレングス圧縮された物体形状データを伸長してランレングス圧縮前の圧縮された物体形状データに復元するランレングス圧縮解除部を有するものである。

【0049】また、この発明の請求項40にかかる形状データ伸長装置は、3次元コンピュータグラフィックスによる画像生成で使用される物体形状データを伸長する形状データ伸長装置であって、圧縮された物体形状データは、圧縮時に、コード化する際のコード数または量子化精度によって決められた分割幅を有する1次元正規空間の部分空間の変換点列の点が算術式によりコード変換されたものとなっており、圧縮された物体形状データのコード変換列を上記算術式の逆の算術を行う算術式を用いて逆変換する逆変換手段と、上記逆変換して得られた、1次元正規空間 $[a, b]$ に写像された変換点列を逆写像して3次元座標点列データまたは2次元座標点列データを出力する逆量子化手段とを備えたものである。

【0050】

【発明の実施の形態】

実施の形態1

図1は本発明の形状データ圧縮装置の全体的な構成を示すブロック図であり、1は形状データ圧縮装置を示し、圧縮処理に用いられるプログラムを格納したプログラム格納メモリ10と、演算処理結果を格納するRAM11と上記プログラム格納メモリ10、RAM11を制御する中央演算処理装置(CPU)12とがそれぞれデータバス13によって接続されており、またRAM11の内容を外部に取り出したり、外部よりプログラム等の情報を読み込んだりするための外部記憶装置14が接続されたものとなっている。

【0051】図2は、上記形状データ圧縮装置の処理レベルでのブロック構成図であり、M1はデータ入力手段、M2はデータ変換手段、M3は量子化手段、M4はコード変換手段、M5はデータ出力手段である。

【0052】次に図3は本実施の形態1における形状データ圧縮方法によるデータ処理の流れを示すフローチャート図である。図3に示すように、全体の処理は、第1段階から第6段階で実行される。そして、第1段階は処理1と処理2で構成され、第2段階は処理3と処理4で構成され、第3段階は処理5から処理8で構成され、第4段階は処理9と処理10で構成され、第5段階は処理11で構成され、第6段階は処理12で構成されている。

【0053】以上のように構成された各処理について詳細に説明する。処理1では、形状データとコード数と量子化精度の入力処理を行なうものである。本発明で対象とする形状データは、図12に示した形式で与えられ、物体表面上の点の点列、法線ベクトル列、テクスチャ座

標点列、インデックス列がある。但し、図12では各列がきっちりと分離された形になっているが、列を構成する各データの種類の、すなわち点列、法線ベクトル、テクスチャ座標等であることを示す識別子が付加されている場合には、各データが混在した列の形式でもよい。列のインデックスについては明示的に示されていることは少なく、通常は、「形状データの上方から順番に各列のインデックスが付いているものとする」という規約によることが多い。

10 【0054】処理2では、形状データから3次元座標点列または2次元座標点列を、各座標値の列として読み込む処理を行なう。つまり、形状データの中、物体表面上の点の3次元座標点列とテクスチャ座標点列とを処理対象とし、それらの座標点列を座標値毎の列に分離した形で読み込みを行なう。但し、各データが混在した形で与えられた形状データの場合は、各角形状データに付与された識別子によって区別しながら読み込みを行なうことになる。

20 【0055】処理3では、処理2で読み込んだ各座標値の列を1次元正規空間 $[a, b]$ へ変換するためのパラメータの算出を行なう。このパラメータは、平行移動量とスケール変換量で構成される。上記平行移動量については、各座標値の列毎の平均値を求め、各座標値の列毎に、 $(\text{平均値}) - (a+b)/2$ を平行移動量とする。スケール変換量については、各座標列毎の絶対値の最大値 m を求め、各座標値毎に個別のスケール変換量を用いる場合には、 $(b-a)/2m$ をスケール変換量とする。また、共通のスケール変換量を用いる場合には、更に各座標列毎の絶対値の最大値のうちの最大値 M を求め、 $(b-a)/2M$ をスケール変換量とする。

30 【0056】処理4では、各座標点列を1次元正規空間へ変換し、変換点列を生成する処理を行なう。変換式は、変換する座標値を x としたとき、 $(\text{スケール変換量}) \times x - (\text{平行移動量})$ によって与えられる。但し、ここでのスケール変換量と平行移動量は、処理3で求めたものを用いる。これを各座標値列の座標値に適用して変換列を求める。但し、座標値列の順序は保存する。

40 【0057】図4は上記処理2で読み込んだ各座標値列を1次元正規空間へ変換する際の処理のイメージを示す図であり、処理2で読み込まれた同じ座標軸の座標値が紙面縦方向に配置され、各座標軸ごとに紙面縦方向に並んだ0から n までの座標値が1つの座標値列として取り扱われ、各座標値列の座標値を上記変換式に基づいて変換して変換点列とすることで1次元正規空間に変換される。

50 【0058】処理5では、1次元正規空間を部分空間(小区間)へ分割する処理を行なう。上記処理5から処理8に至るループにおいて、最初の分割幅は、 $(\text{量子化精度}) \times (\text{スケール変換量})$ とし、2回目以降の分割については、後述する処理8で決定される分割幅を用い

る。

【0059】処理6では、変換点列の各部分空間に対する分布を調べる。つまり、各部分空間に属する変換点列の個数を求める。このとき、分布が0でない部分空間と0となっている部分空間を見分けるための識別子を各部分空間に与える。

【0060】処理7では、処理6で各部分空間に与えられた識別子により、分布が0でない部分空間の個数をカウントし、処理1で入力されたコード数との比較判定を行なう。分布が0でない部分空間の個数が最初に入力したコード数よりも大きい場合には、処理8へ遷移し、そうでない場合には処理9へ移る。

【0061】分布が0でない部分空間の個数が最初に入力したコード数よりも大きい場合、処理8による処理が行われるが、ここでは、元の分割幅に微小量を加えることで分割幅を変更するようにしている。ここで微小量は、最初の分割幅を基準にして決定する。例えば、最初の分割幅の5%を微小量とするというような形で与えることができる。

【0062】分布が0でない部分空間の個数が最初に入力したコード数よりも小さい場合、処理9による処理が行われるが、ここでは、分布が0でない部分空間毎に、その分布の平均値が求められる。

【0063】処理10では、上記処理9で求めた各部分空間の平均値をその部分空間の代表値とし、それをコード化する。コード化の方法には、例えば、以下のような方法がある。

(1) $(a+b)/2$ に最も近い分布が0でない部分空間にコード0を与え、それ以外の分布が0でない部分空間に対しては、それを挟んで前後に交互の順で1から(分布が0でない部分空間数) - 1までのコードを与える。

(2) 分布が0でない部分空間に対して、a に近い方からb に向かって、順に0から(分布が0でない部分空間数) - 1までのコードを与える。

(3) 分布が0でない部分空間に対して、b に近い方からa に向かって、順に0から(分布が0でない部分空間数) - 1までのコードを与える。

以上の操作を行なった結果をコードブックとして保存する。但し、(1)における近さの距離判定は、部分空間の全ての要素と、 $(a+b)/2$ の絶対値との差のうち、最小値となるものを基準として判定を行なう。

【0064】次に、処理11では、各部分空間の分布している変換点列に対して、処理10で割り振ったコードを与え、座標値毎のコード変換列を生成する。但し、処理4で保存していた座標値列の順序に従って変換列は生成する。

【0065】処理12では、処理3の変換パラメータと処理10のコードブック、および処理11で生成したコード変換列からなる圧縮データを出力する。

【0066】以上のように、本実施の形態1によれば、

物体形状を表す3次元座標点列または2次元座標点列を1次元正規空間における点列(変換点列)へ変換し、この1次元正規空間を部分空間(小区間)に分割して、各小区間ごとの変換点列の分布を調べ、上記小区間の分割幅を適宜変更し、決定された分割幅の時の、各小区間の点列の座標値の平均値をコード化し、該コードを基にして前記各変換点列をコード変換するようにしたから、1座標をコードブックのコード数分のビットで表現することができ、一般に、浮動小数点、または倍精度の浮動小数点として与えられ、1つの座標または要素毎に32ビットもしくは64ビットのデータ領域が必要である形状データを、例えば、座標値が32ビットで与えられている3次元座標の場合、1点当たり96ビットが必要であるところを、本発明の形状データ圧縮を行なった場合、1座標値はコード数分のビット数ですむようになり、コード数を32ビットより小さくすれば圧縮することができ、複雑な表面形状を有する物体等を表す形状データを効率的に圧縮することができる。

【0067】実測では、物体表面上の点の個数が13219個の形状データ(人間)を用いた場合では、1座標あたり9ビットのコード数(つまりコード数は512)で、視認上、元の形状と遜色のない結果を得ることができた。数値データとしても最大誤差は小数点以下第2位に現れる程度であった。この場合のこのデータに対する圧縮率は、大体、 $27/96$ となる。

【0068】実施の形態2

次に本発明実施の形態2による形状データ圧縮方法について、図面を参照しながら説明する。図5は本実施の形態2による形状データ圧縮方法によるデータ処理の流れを示すフローチャートである。図5に示したように、全体の処理は、第1段階から第7段階で実行される。第1段階は処理1と処理2で構成され、第2段階は処理3と処理4で構成され、第3段階は処理5から処理8で構成され、第4段階は処理9と処理10で構成され、第5段階は処理11で構成され、第6段階は処理13で構成され、第7段階は処理12aで構成される。

【0069】以上のように構成された各処理について詳細に説明する。なお、処理1から処理11までについては上記実施の形態1と同様にして行なわれるため、ここではそれ以降の処理について説明を行う。

【0070】処理13では、処理11で生成された座標値毎のコード変換列に対して、座標値毎にランレングス圧縮を行ない、圧縮されたコード変換列を生成する。

【0071】処理12aでは、処理3の変換パラメータと処理10のコードブック、および処理13で生成した圧縮されたコード変換列からなる圧縮データを出力する。

【0072】以上のように、本実施の形態2によれば、処理11で選られたコード変換列をランレングス圧縮し、第2段階における変換パラメータと、第4段階で得

られたコードブックと、上記ランレングス圧縮されたコード変換列からなる圧縮データを出力するようにしたので、さらなる高圧縮化を図ることができるようになる。

【0073】実施の形態3

次に本発明の実施の形態3による形状データ圧縮方法について、図面を参照しながら説明する。図6は本発明の第3の実施例における形状データ圧縮方法によるデータ処理の流れを示すフローチャートである。図6に示したように、全体の処理は、第1段階から第7段階で構成されている。さらに、第1段階は処理1と処理2aで構成され、第2段階は処理60で構成され、第3段階は処理3と処理4で構成され、第4段階は処理5から処理8で構成され、第5段階は処理9と処理10で構成され、第6段階は処理11で構成され、第7段階は処理12bで構成される。

【0074】以上のように構成された各処理について詳細に説明する。処理1は、上記実施の形態1における処理1と同様に行なう。処理2aでは、形状データから図12に示した法線ベクトル列（3次元ベクトル列）を読み込む処理を行なう。但し、各データが混在した形で与えられた形状データの場合は、各データに付与された識別子によって区別しながら読み込みを行なうことになる。

【0075】処理60では、3次元ベクトル列の各ベクトルを長さ1に正規化し、正規化したベクトルを極座標変換し、これによって求まるx軸及びz軸となす角からなる2つの角度のデータ列を生成する。但し、元の順序は保存する。

【0076】処理3では、処理60で生成した2つの角度データの列を1次元正規空間[a,b]へ変換するためのパラメータの算出を行なう。このパラメータは、平行移動量とスケール変換量で構成される。平行移動量については、各角度データの列毎の平均値を求め、各角度データの列毎に、 $(\text{平均値}) - (a+b)/2$ を平行移動量とする。スケール変換量については、各角度データの列における絶対値の最大値mを求め、角度データ毎に個別のスケール変換量を用いる場合には、 $(b-a)/2m$ をスケール変換量とする。また、共通のスケール変換量を用いる場合には、更に各角度データ列毎の絶対値の最大値のうちの最大値Mを求め、 $(b-a)/2M$ をスケール変換量とする。

【0077】処理4では、各角度データの列を1次元正規空間へ変換し、変換点列を生成する処理を行なう。変換式は、変換する角度をxとしたとき、 $(\text{スケール変換量}) \times x - (\text{平行移動量})$ によって与えられる。但し、スケール変換量と平行移動量は処理3で求めたものを用いる。これを各座標値列に適用して変換列を求める。但し、角度データ列の順序は保存する。

【0078】処理5は上記第1の実施例の処理5と同様に行なわれる。但し、処理5から処理8に至るルー

プにおいて、最初の分割幅は、 $(\text{量子化精度}) \times (\text{スケール変換量})$ とし、2回目以降の分割については、処理8で決定される分割幅を用いる。

【0079】処理6は本発明の第1の実施例の処理6と同様に行なわれる。処理7は本発明の第1の実施例の処理7と同様に行なわれる。但し、分布が0でない部分空間の個数が最初に入力したコード数よりも大きい場合には、処理8へ遷移し、そうでない場合には処理9へ移る。

10 【0080】処理8から処理10は本発明の第1の実施例の処理8から処理10と同様に行なわれる。処理11は本発明の第1の実施例の処理11と同様に行なわれるが、処理4で保存していた角度データ列の順序に従って変換列を生成する。

【0081】処理12bでは、処理3の変換パラメータと処理10のコードブック、および処理11で生成したコード変換列からなる圧縮データを出力する。

20 【0082】以上のように、本実施の形態3によれば、処理2aにて読み込んだ3次元ベクトル列を処理60にて極座標変換して2次元のデータ（2つの角度データの列）とし、これを1次元正規空間における点列へ変換し、この1次元正規空間を部分空間（小区間）に分割して、各小区間ごとの変換点列の分布を調べ、上記小区間の分割幅を適宜変更し、決定された分割幅の時の、各小区間の点列の座標値の平均値をコード化し、該コードを基にして前記各変換点列をコード変換するようにしたから、法線ベクトルの場合、極座標変換によってデータ量が2/3に圧縮されこととなり、複雑な表面形状を有する物体等を表す形状データをより効率的に圧縮することができる。

30 【0083】実測では、本発明の方法で法線ベクトル数が14712のデータに対して実験を行なったところ、1つの角度データ当たり7ビットのコード数（つまりコード数は128）で、視認上、元の形状と遜色のない結果を得た。数値データとしても最大誤差は小数点以下第2位に現れる程度であった。この場合のこのデータに対する圧縮率は、大体、14/96となる。

【0084】実施の形態4

40 次に本発明の実施の形態4による形状データ圧縮方法について、図面を参照しながら説明する。図7は、本発明の実施の形態4による形状データ圧縮方法によるデータ処理の流れを示すフローチャートである。図7に示したように、全体の処理は、第1段階から第4段階で構成される。さらに、上記第1段階は処理1と処理2で構成され、第2段階は処理3と処理4で構成され、第3段階は処理5と処理70で構成され、第4段階は処理12cで構成される。

50 【0085】以上のように構成された各処理について詳細に説明する。なお、処理1から処理4については、本発明の実施の形態1で説明したものと同様であるので、

ここでは、それ以降の処理について説明する。

【0086】処理5では、1次元正規空間の分割を行なう。処理1で量子化精度が与えられた場合は、この量子化精度を処理3で算出したスケール変換量で変換した値を用いて等分割を行なう。

【0087】ここで、例として、コード数 $n+1$ が与えられた場合の分割の方法を図14に基づき説明する。まず、横軸をコード数で等分割する。この時、各等分割された区間にはコード値を割り振る。この割り振り方には、例えば、次のような方法がある。

【0088】(1) aに近い方からbに向かって、順に0からnまでのコードを与える。

(2) bに近い方からaに向かって、順に0からnまでのコードを与える。

但し、コード番号から等分割区間の算出が簡単な式で算出できるように割り振り、コードの割り振り方は予め一意に決めておくものとする。

【0089】次に、以下の条件を満たす、関数 $p(x)$ を空間分割関数と呼ぶ。

(1) 単調増加 (2) $p(a)=a$ かつ $p(b)=b$

この空間分割関数 p に対して、先の横軸の等分割境界の値を代入した値が、1次元正規空間の分割境界となる。

【0090】例えば、図14の1次式を用いた場合は、等分割と同値になる。また、上に凸な関数 f を用いた場合は、aからbに向かって、分割幅が小さくなるような分割が行なえる。逆に、下に凸な関数 g を用いた場合は、aからbに向かって、分割幅が大きくなる。また、hのように途中で凸性の向きが変わる場合は、凸性が変化する付近で分割幅が小さく、両端で分割幅大きな分割を実現できる。さらに図14に示したhとは、その凸性の変化の仕方が逆の関数の場合は、両端で分割幅が小さく、凸性が変化する付近で、分割幅が大きくなるような分割ができる。このように、空間分割関数を入力されるデータに合わせて適当に選択することにより、様々な形での分割が行なえる。以上のようにして、1次元正規空間を部分空間に分割する。但し、本実施の形態では、予め明示的に空間分割関数は決定されているものとする。

【0091】処理70では、等分割を行なった場合には、変換点列の各要素に対して、まずそれが含まれる区間を求め、次にその区間に割り振られたコード値を与えて、各座標値列毎にコード変換列を生成する。空間分割関数 p を用いた場合は、 p には、先の性質から、必ず p の逆関数が存在するのでそれを求める。すなわち、変換列の各要素を、 p の逆関数で変換し、その変換値が含まれる等分割区間に割り振られたコード値を与えることで、各座標値列毎にコード変換列を生成する。

【0092】処理12cでは、上記処理3で算出した変換パラメータと、空間分割関数 p を規定する算術式パラメータと、コード変換列とからなる圧縮データを出力する。

【0093】なお、複数の形状データを圧縮する場合には、全ての形状に対して、1次元正規空間と、算術式パラメータとを共通なものとし、算術式パラメータを記述したデータを1つ保存することで、各形状の圧縮データに算術式パラメータを付加する必要はない。

【0094】以上のように、本実施の形態4によれば、処理1で入力されたコード数または量子化精度値を用いて、1次元正規空間の分割を行うようにしたから、コードブックを作成する必要がなくなり、データごとにコードブックが変わるような場合においても高い圧縮率を達成でき、また演算も高速化することができる。

【0095】実施の形態5

次に本発明の実施の形態5による形状データ圧縮方法について、図面を参照しながら説明する。図8は本発明の実施の形態5における形状データ圧縮方法によるデータ処理の流れを示すフローチャートである。図8に示したように、全体の処理は、第1段階から第5段階で実行される。さらに、上記第1段階は処理1と処理2aで構成され、第2段階は処理60で構成され、第3段階は処理3と処理4で構成され、第4段階は処理5と処理70で構成され、第5段階は処理12dで構成される。

【0096】以上のように構成された各処理について詳細に説明する。なお、処理1から処理5については、本発明の実施の形態3で説明したのと同様であるので、ここでは以降の動作について説明する。

【0097】処理70では、等分割を行なった場合には、変換点列の各要素に対して、まずそれが含まれる区間を求め、次にその区間に割り振られたコード値を与えて、各角度データ列毎にコード変換列を生成する。空間分割関数 p を用いた場合は、 p には先の性質から、必ず p の逆関数が存在するのでそれを求める。変換列の各要素を、 p の逆関数で変換し、その変換値が含まれる等分割区間に割り振られたコード値を与えることで、各角度データ列毎にコード変換列を生成する。

【0098】処理12dでは、処理3で算出した変換パラメータと、空間分割関数(算術式)、と、コード変換列とからなる圧縮データを出力する。

【0099】以上のように、本実施の形態5によれば、上記実施の形態4において、3次元ベクトル列を読み込んだ後に、実施の形態3の処理60と同様にして、これを極座標変換するようにしたので、コードブックを作成する必要がなくなり、データごとにコードブックが変わるような場合においても高い圧縮率を達成でき、また演算も高速化することができるのに加えて、法線ベクトルの場合、極座標変換によってデータ量が2/3に圧縮されこととなり、複雑な表面形状を有する物体等を表す形状データをより効率的に圧縮することができる。

【0100】実施の形態6

次に本発明の第6の実施例の形状データ圧縮方法について、図面を参照しながら説明する。図9は本発明の実施

の形態6における形状データ圧縮方法によるデータ処理の流れを示すフローチャートである。図9に示したように、全体の処理は、第1段階から第4段階で実行される。さらに、上記第1段階は処理1と処理2bで構成され、第2段階は処理90と処理91で構成され、第3段階は処理92と処理70で構成され、第4段階は処理12eで構成される。

【0101】処理1については、本発明の実施の形態1で示した処理1と同様にして行なわれる。但し、コード数や量子化誤差は、座標毎に独立に与えることもできる。処理2bでは、形状データから3次元座標点列を、各座標値の列として読み込む処理を行なう。つまり、形状データのうち、物体表面上の点の3次元座標点列と3次元のテクスチャ座標点列を処理対象とし、それらの座標点列を座標値毎の列に分離した形で読み込みを行なう。但し、各データが混在した形で与えられた形状データの場合は、データに付与された識別子によってデータの種別を区別しながら読み込みを行なう。

【0102】処理90では、処理2bで読み込んだ3次元座標点列を3次元正規空間 $[a,b] \times [c,d] \times [e,f]$ へ変換するためのパラメータの算出を行なう。このパラメータは、平行移動量とスケール変換量とで構成される。平行移動量については、各座標値の列毎の平均値を求め、各座標値の列毎に、(第1座標の平均値) $-(a+b)/2$, (第2座標の平均値) $-(c+d)/2$, (第3座標の平均値) $-(e+f)/2$, を平行移動量とする。スケール変換量については、各座標列毎の絶対値の最大値 m を求め、各座標値毎に個別のスケール変換量を用いる。

【0103】処理91では、各座標点列を3次元正規空間へ変換し、変換点列を生成する処理を行なう。変換式は、変換する座標値を x としたとき、(スケール変換量) $\times x -$ (平行移動量) によって与えられる。但し、スケール変換量と平行移動量は処理90で求めたものを用いる。これを各座標値列に適用して変換列を求める。

【0104】但し、各座標値列の順序は保存する。

【0105】処理92では、各変換列毎に、本発明の実施の形態4における処理5の方法を順次適用する。従って、量子化精度による等分割を用いない場合、空間分割関数は最大で3つ必要である。

【0106】処理70は、各変換列毎に、本発明の実施の形態4における処理70と同様の処理を、上記処理92の空間分割関数の逆行列関数を用いてコード変換列の生成を行なう(量子化誤差を用いた等分割の場合も同様である)。その際、コード変換列の順序は元の座標値列同じにする。

【0107】処理12eでは、処理90で算出した各座標毎の変換パラメータと、空間分割関数 p を規定する算術式パラメータ、及びコード変換列とからなる圧縮データを出力する。

【0108】以上のように、本発明の実施の形態6によれ

ば、処理2bにおいて読み込まれた3次元座標点列を処理90、91において3次元正規空間における点列へ変換し、この3次元正規空間を部分空間(小区間)に分割して、算術式を用いて各座標値列毎にコード変換列を生成するようにしたから、複雑な表面形状を有する物体等を表す形状データを効率的に圧縮することができる。

【0109】実施の形態7

次に本発明の実施の形態7による形状データ圧縮方法について、図面を参照しながら説明する。図10は本実施の形態7における形状データ圧縮方法によるデータ処理の流れを示すフローチャートである。図10に示したように、全体の処理は、第1段階から第4段階で実行される。さらに、第1段階は処理1と処理2cで構成され、第2段階は処理100と処理101で構成され、第3段階は処理102と処理70で構成され、第4段階は処理12fで構成される。

【0110】処理1については、本発明の実施の形態1の処理1と同様に行なう。但し、コード数や量子化誤差は、座標毎に独立に与えることもできる。処理2cでは、形状データから2次元座標点列を、各座標値の列として読み込む処理を行なう。つまり、形状データのうち、2次元のテクスチャ座標点列を処理対象とし、それらの座標点列を座標値毎の列に分離した形で読み込みを行なう。但し、各データが混在した形で与えられた形状データの場合は、各データに付与された識別子によって区別しながら読み込みを行なうことになる。

【0111】処理100では、処理2cで読み込んだ2次元座標点列を2次元正規空間 $[a,b] \times [c,d]$ へ変換するためのパラメータの算出を行なう。このパラメータは、平行移動量とスケール変換量で構成される。平行移動量については、各座標値の列毎の平均値を求め、各座標値の列毎に、(第1座標の平均値) $-(a+b)/2$, (第2座標の平均値) $-(c+d)/2$ を平行移動量とする。スケール変換量については、各座標列毎の絶対値の最大値 m を求め、各座標値毎に個別のスケール変換量を用いる。

【0112】処理101では、各座標点列を2次元正規空間へ変換し、変換点列を生成する処理を行なう。変換式は、変換する座標値を x としたとき、(スケール変換量) $\times x -$ (平行移動量) によって与えられる。但し、スケール変換量と平行移動量は処理100で求めたものを用いる。これを各座標値列に適用して変換列を求める。但し、各座標値列の順序は保存する。

【0113】処理102では、各変換列毎に、本発明の実施の形態4における処理5の方法を順次適用する。従って、量子化精度による等分割を用いない場合、空間分割関数は最大で2つ必要である。

【0114】処理70では、各変換列毎に、本発明の実施の形態4における処理70と同様の処理を、処理102の空間分割関数の逆行列関数を用いてコード変換列の

生成を行なう（量子化誤差を用いた等分割の場合も同様である）。その際、コード変換列の順序は元の座標値列同じにする。

【0115】処理12fでは、処理100で算出した各座標毎の変換パラメータと空間分割関数 p を規定する算術式パラメータ、及びコード変換列からなる圧縮データを出力する。

【0116】以上のように、本実施の形態7によれば、処理2cにおいて読み込まれた2次元座標点列を処理100、101において2次元正規空間における点列へ変換し、この2次元正規空間を部分空間（小区間）に分割して、算術式を用いて各座標値列毎にコード変換列を生成するようにしたから、複雑な表面形状を有する物体等を表す形状データを効率的に圧縮することができる。

【0117】実施の形態8

次に本発明の実施の形態8による形状データ圧縮方法について、図面を参照しながら説明する。図11は本実施の形態8における形状データ圧縮方法によるデータ処理の流れを示すフローチャートである。図11に示したように、全体の処理は、第1段階から第5段階で実行される。さらに、上記第1段階は処理1と処理2aで構成され、第2段階は処理60で構成され、第3段階は処理100と処理101で構成され、第4段階は処理102と処理70で構成され、第5段階は処理12fで構成されている。

【0118】上記処理1から処理60については、本発明の実施の形態3の処理1から処理60と同様に行なわれるために、ここでは、それ以降の処理について説明する。処理100では、処理60で生成した2つの角度データ列を2次元正規空間 $[a, b] \times [c, d]$ へ変換するためのパラメータの算出を行なう。このパラメータは、平行移動量とスケール変換量で構成される。平行移動量については、各角度データ列毎の平均値を求め、各角度データ列毎に、（第1の角度データ列の平均値） $-(a+b)/2$ 、（第2の角度データ列の平均値） $-(c+d)/2$ を平行移動量とする。スケール変換量については、各角度データ列毎の絶対値の最大値 m を求め、各角度データ列毎に個別のスケール変換量を用いる。

【0119】処理101では、各角度データ列を2次元正規空間へ変換し、変換点列を生成する処理を行なう。変換式は、変換する角度データ値を x としたとき、（スケール変換量） $\times x -$ （平行移動量）によって与えられる。但し、スケール変換量と平行移動量は処理100で求めたものを用いる。これを各角度データ列に適用して変換列を求める。但し、各角度データ列の順序は保存する。処理102から処理12fは、本発明の第7の実施例における処理101から処理12fに示したのと同様にして行なう。

【0120】以上のように、本実施の形態8によれば、処理2aにおいて読み込まれた3次元ベクトル列を処理

60において極座標変換し、これを処理100、101にて2次元正規空間における点列へ変換し、この2次元正規空間を部分空間（小区間）に分割して、算術式を用いて各座標値列毎にコード変換列を生成するようにしたから、複雑な表面形状を有する物体等を表す形状データを効率的に圧縮することができる。

【0121】本実施の形態8による圧縮を適当に組み合わせると、図12における形状データは、物体表面上の3次元座標点列、法線ベクトル列、テクスチャ座標点列を各々圧縮することができる。従って、1つの形状データに対して、図13の（a）の形式や、図13の（b）の形式の圧縮形状データを出力することができる。また、複数の形状データに対して適用する場合には、これらの圧縮形状データが複数できる。但し、共通の正規空間と算術式を用いる場合には、図13の（b）における、算術式パラメータは、別途に1つ保存しておけば、形状圧縮データから省略できる。

【0122】コードブックを用いた形状圧縮の場合は、コードブックに従ってデコードを掛ける。算術式による場合は、前述のようにコード番号から対応する等分割区間の算出は可能なので、それを算出し、その等分割区間の代表点（例えば中点）を空間分割関数（算術式パラメータか導出可能）で変換した値を求めることでデコードができる。但し、ランレングス圧縮も掛かっている場合には、まず、ランレングス圧縮の通常デコードを行なってから上記処理を行なう。

【0123】実施の形態9

次に本実施の形態9による形状データ伸長装置について、図面を参照しながら説明する。図15は本実施の形態9における形状データ伸長装置の概略的な構成を示す図であり、図15において、M6は圧縮されたデータを入力するデータ入力手段、M7は入力された圧縮データを、圧縮時に使用したコードブックまたは算術式を用いて逆量子化する逆量子化手段、M8は逆量子化されたデータを圧縮時に行ったデータ変換と逆の処理をすることにより、元の3次元座標点列または2次元座標点列、あるいは3次元ベクトル列に変換する逆変換手段である。

【0124】以上のような構成を有する形状データ伸長装置を用いて、上記実施の形態1から8に示されたような構成を有する形状データ圧縮装置（方法）により圧縮された形状データを復号化することができる。

【0125】なお、上記本実施の形態9では、実施の形態2のようにランレングス圧縮を行なったデータを復号化する場合に、逆量子化を行う前にランレングス圧縮を伸長する処理を行う必要がある。

【0126】なお、以上の説明では、バイナリーデータ出力の場合を想定して圧縮率の計算を行っているが、アスキー形式でのデータ出力の場合でも、そのデータが実数に対して、コード数分の整数として出力することが可能なので、先の1座標あたり9ビットで表したコード

10

20

30

40

50

は、最大で3桁の数として表されることとなるので、元の数字が有効数字が8桁で与えられていた場合、やはり3/8程度の圧縮が行なえる。

【0127】また、再生後の形状データが精度的にもっと荒くてもよい場合には、コード数を減らすことで、圧縮率をさらに上げることができる。つまり、本発明の方法によれば、圧縮率をコード数（または量子化精度）でコントロールすることが可能であり、優れた利点でもある。

【0128】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、物体形状を表す3次元座標点列または2次元座標点列を1次元正規空間における点列（変換点列）へ変換し、この1次元正規空間を部分空間（小区間）に分割して、各小区間ごとの変換点列の分布を調べ、上記小区間の分割幅を適宜変更し、決定された分割幅の時の、各小区間の点列の座標値の平均値をコード化し、該コードを基にして前記各変換点列をコード変換するようにしたから、1座標をコードブックのコード数分のビットで表現することができ、一般に、浮動小数点、または倍精度の浮動小数点として与えられ、1つの座標または要素毎に32ビットもしくは64ビットのデータ領域が必要である形状データを、例えば、座標値が32ビットで与えられている3次元座標の場合、1点当たり96ビットが必要であつところを、本発明の形状データ圧縮を行なった場合、1座標値はコード数分のビット数ですむようになり、複雑な表面形状を有する物体等を表す形状データを効率的に圧縮することができるという効果がある。

【0129】また、3次元ベクトル列を極座標変換して2次元のデータ（2つの角度データの列）とし、これを1次元正規空間における点列（変換点列）へ変換し、この1次元正規空間を部分空間（小区間）に分割して、各小区間ごとの変換点列の分布を調べ、上記小区間の分割幅を適宜変更し、決定された分割幅の時の、各小区間の点列の座標値の平均値をコード化し、該コードを基にして前記各変換点列をコード変換するようにしたので、複雑な表面形状を有する物体等を表す形状データをより効率的に圧縮することができる。

【0130】さらに、

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の形状データ圧縮装置の全体的な構成

を示すブロック図である。

【図2】 形状データ圧縮装置の処理レベルでのブロック構成図である。

【図3】 本発明の実施の形態1における形状データ圧縮方法のフローチャートを示す図である。

【図4】 各座標値の列を1次元正規空間へ変換する際の処理のイメージを示す図である。

【図5】 本発明の実施の形態2における形状データ圧縮方法のフローチャートを示す図である。

10 【図6】 本発明の実施の形態3における形状データ圧縮方法のフローチャートを示す図である。

【図7】 本発明の実施の形態4における形状データ圧縮方法のフローチャートを示す図である。

【図8】 本発明の実施の形態5における形状データ圧縮方法のフローチャートを示す図である。

【図9】 本発明の実施の形態6における形状データ圧縮方法のフローチャートを示す図である。

【図10】 本発明の実施の形態7における形状データ圧縮方法のフローチャートを示す図である。

20 【図11】 本発明の実施の形態8における形状データ圧縮方法のフローチャートを示す図である。

【図12】 入力形状データの構成図である。

【図13】 圧縮形状データの構成図である。

【図14】 正規空間を部分空間に分割するための空間分割関数を説明するための図である。

【図15】 本実施の形態9における形状データ伸長装置の概略的な構成を示す図である。

【符号の説明】

1 形状データ圧縮装置

30 10 プログラム格納メモリ

11 RAM

12 CPU

13 データバス

M1 データ入力手段

M2 データ変換手段

M3 量子化手段

M4 コード変換手段

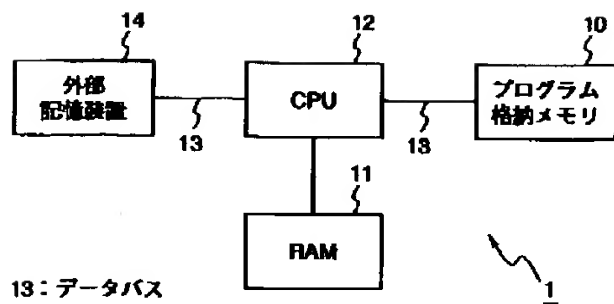
M5 データ出力手段

M6 データ入力手段

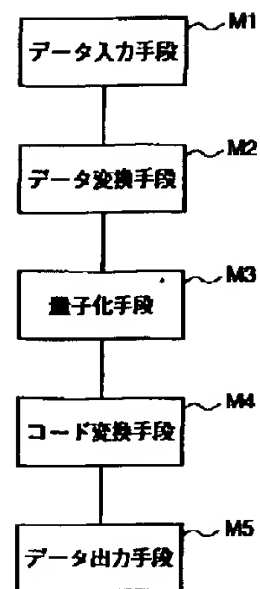
40 M7 逆量子化手段

M8 額変換手段

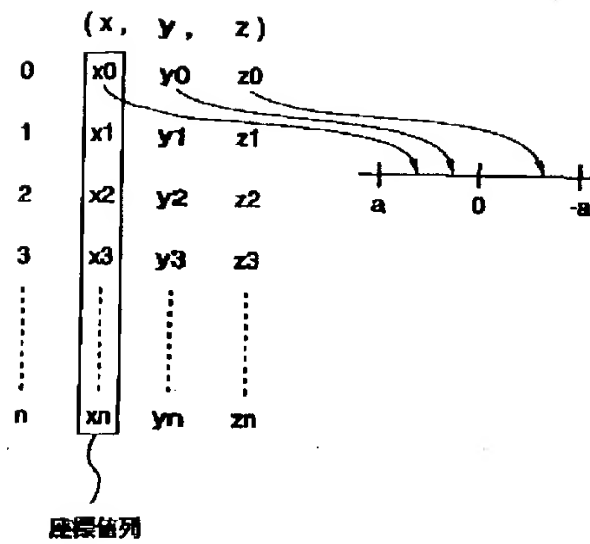
【図1】



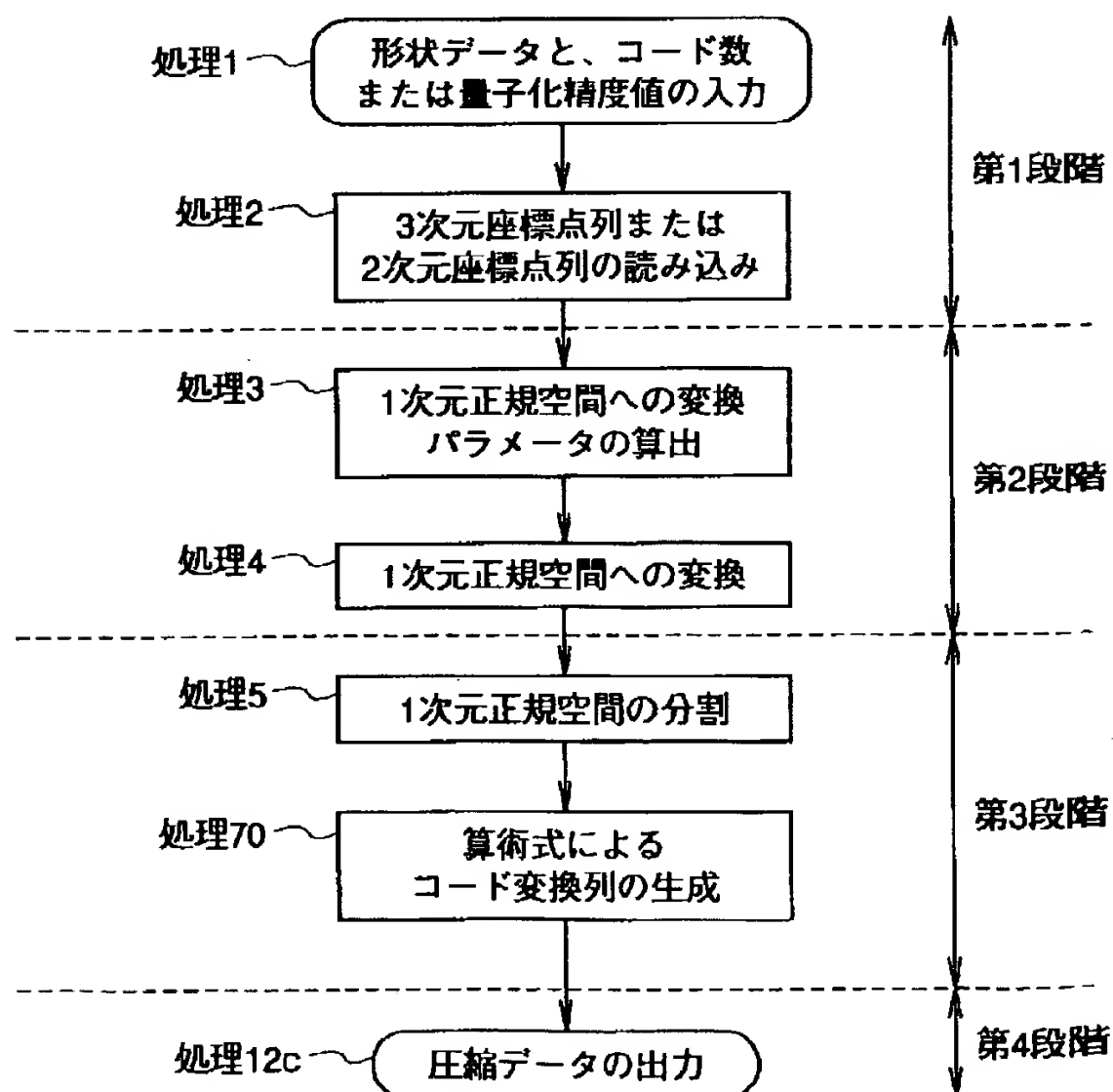
【図2】



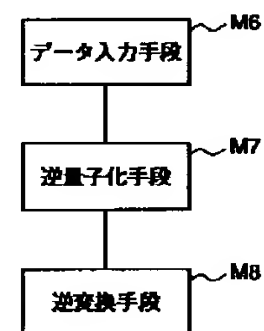
【図4】



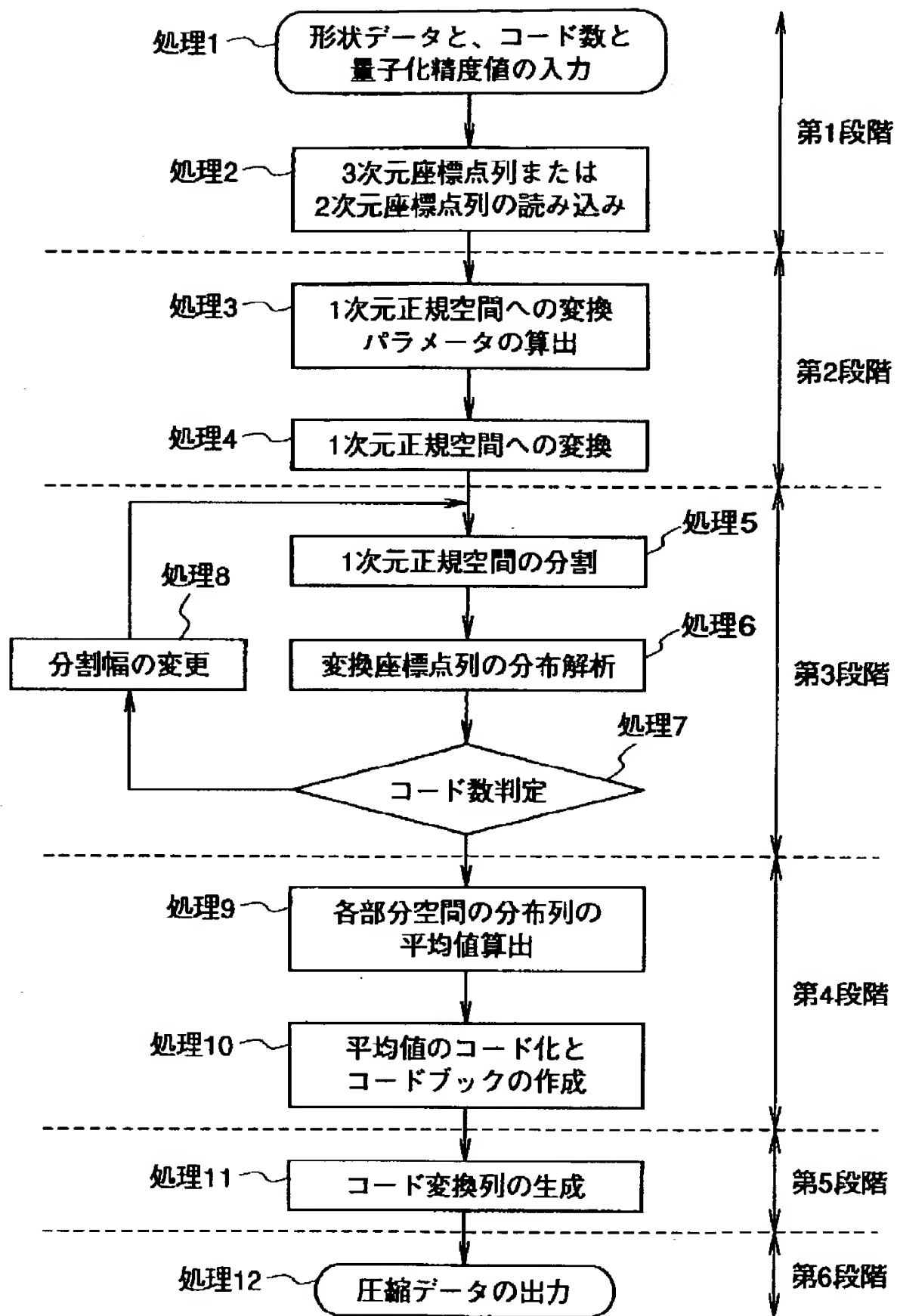
【図7】



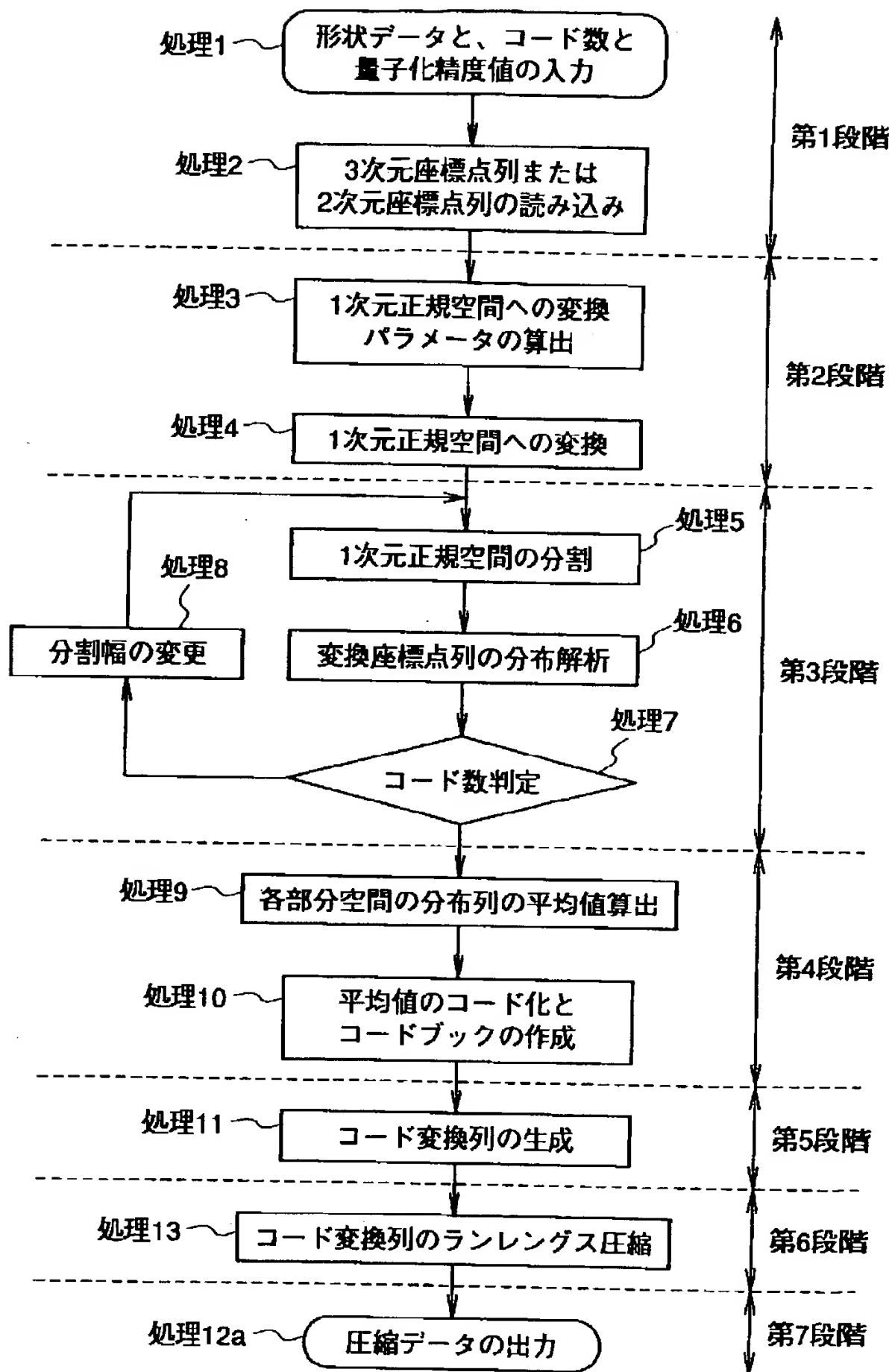
【図15】



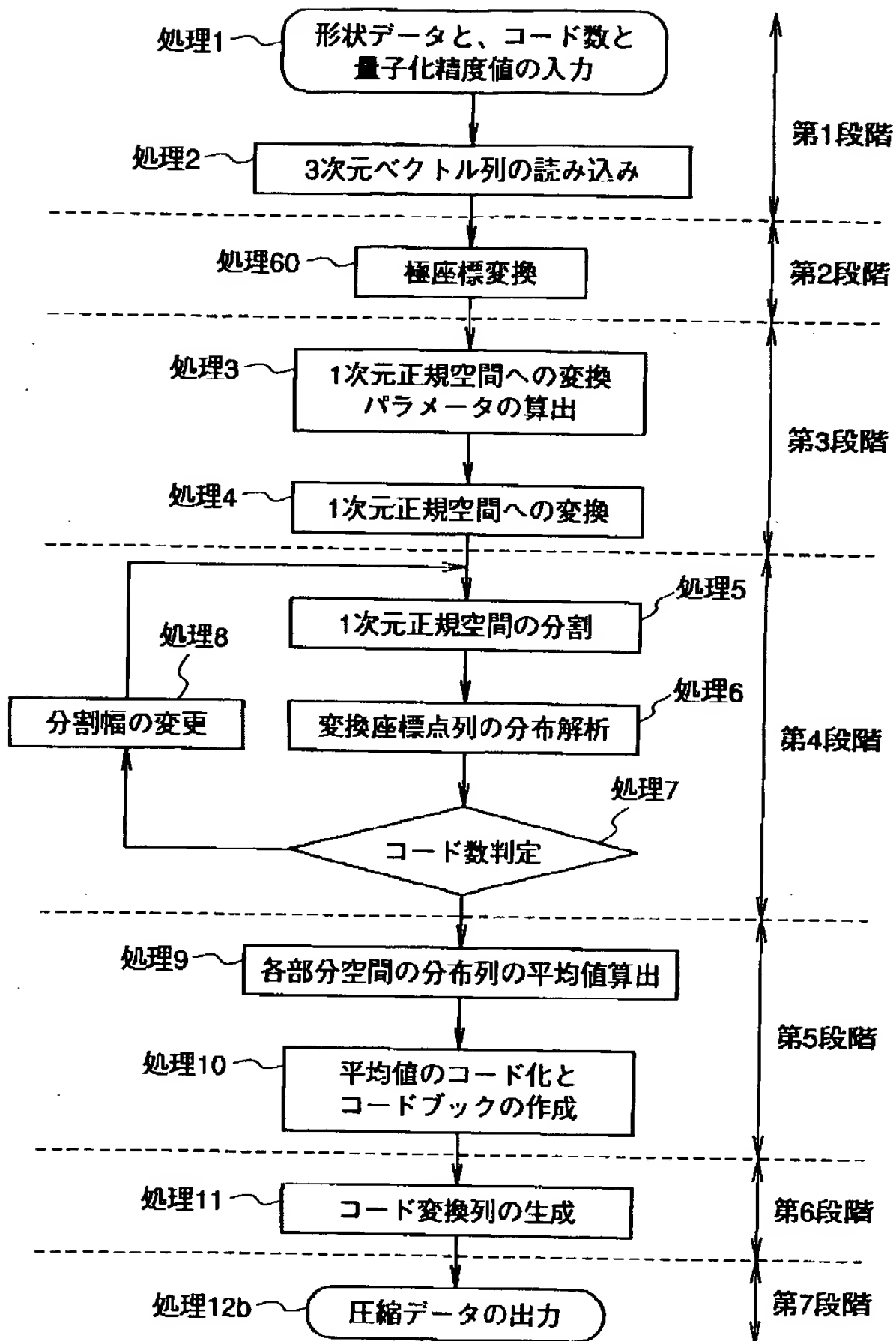
【図3】



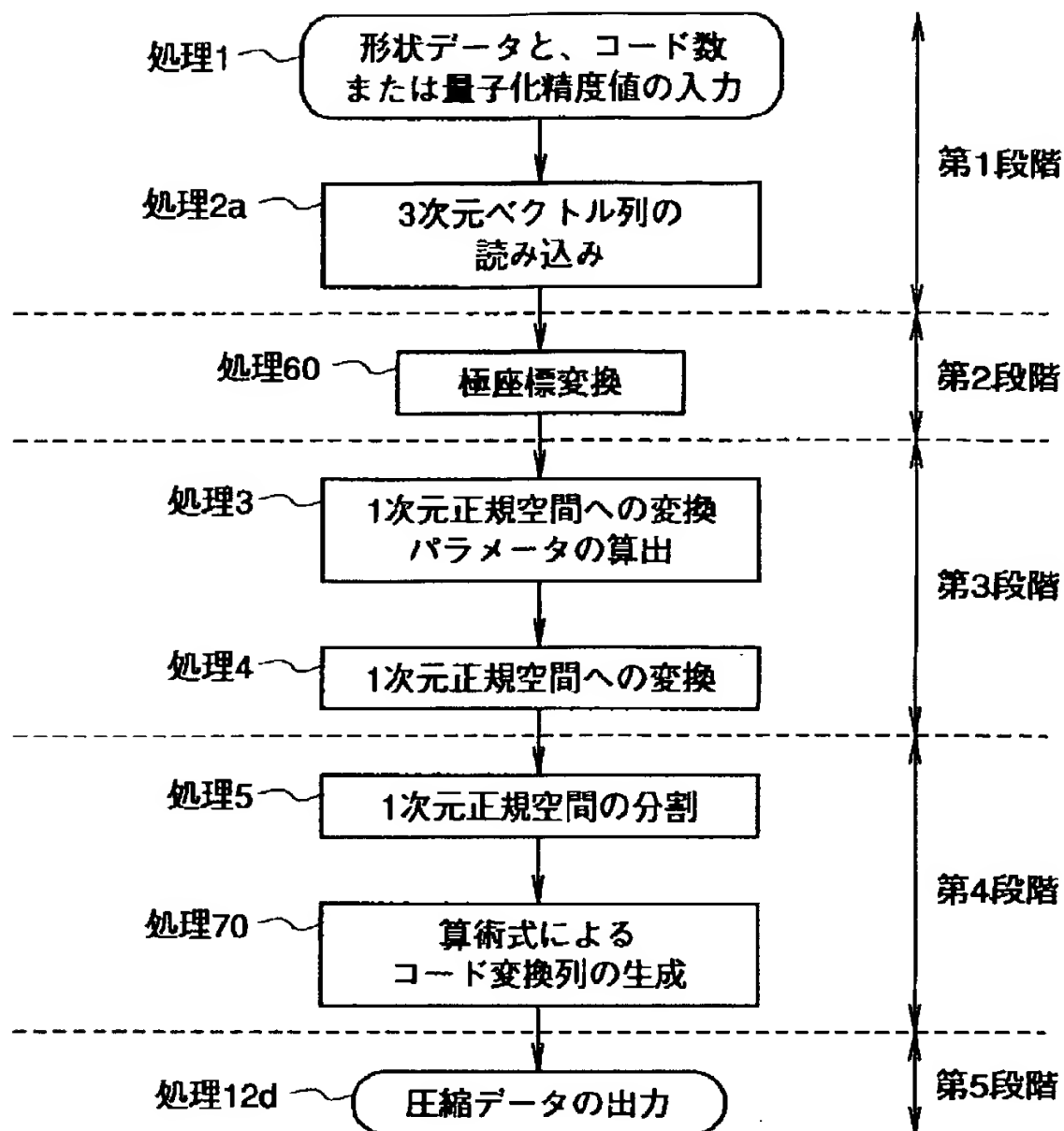
【図5】



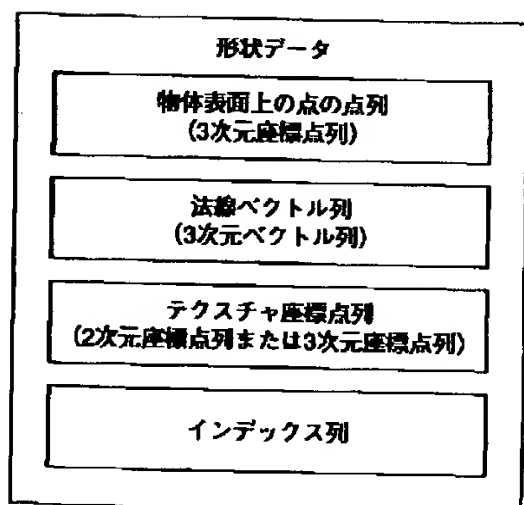
【図6】



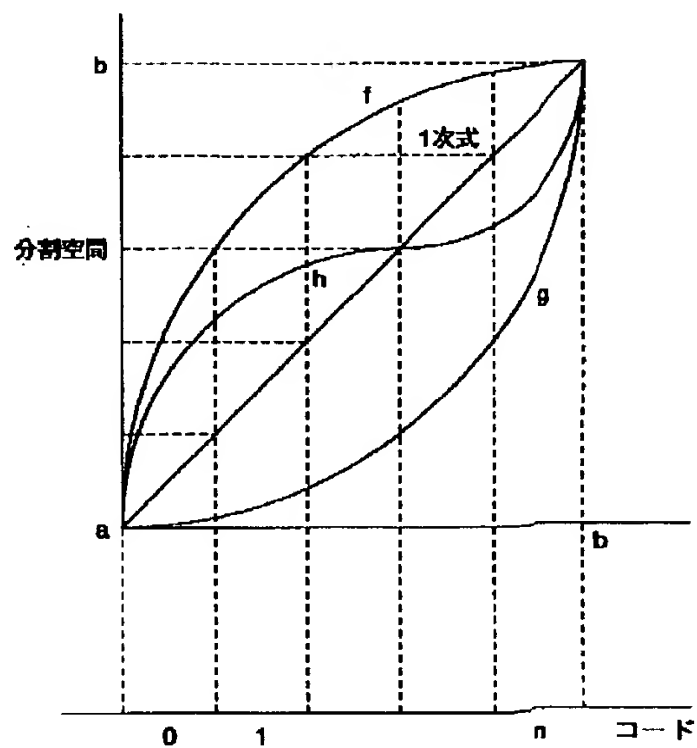
【図8】



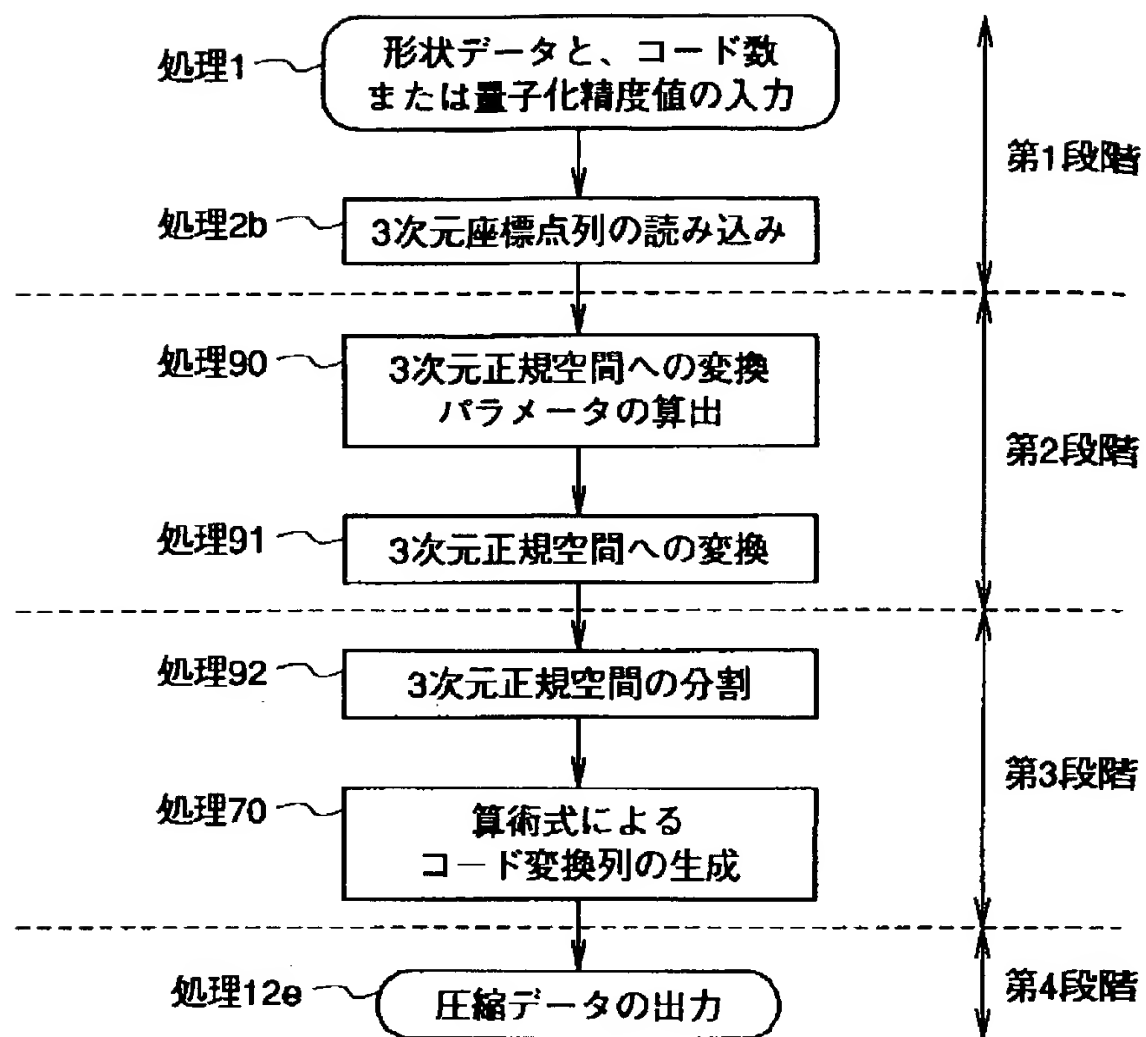
【図12】



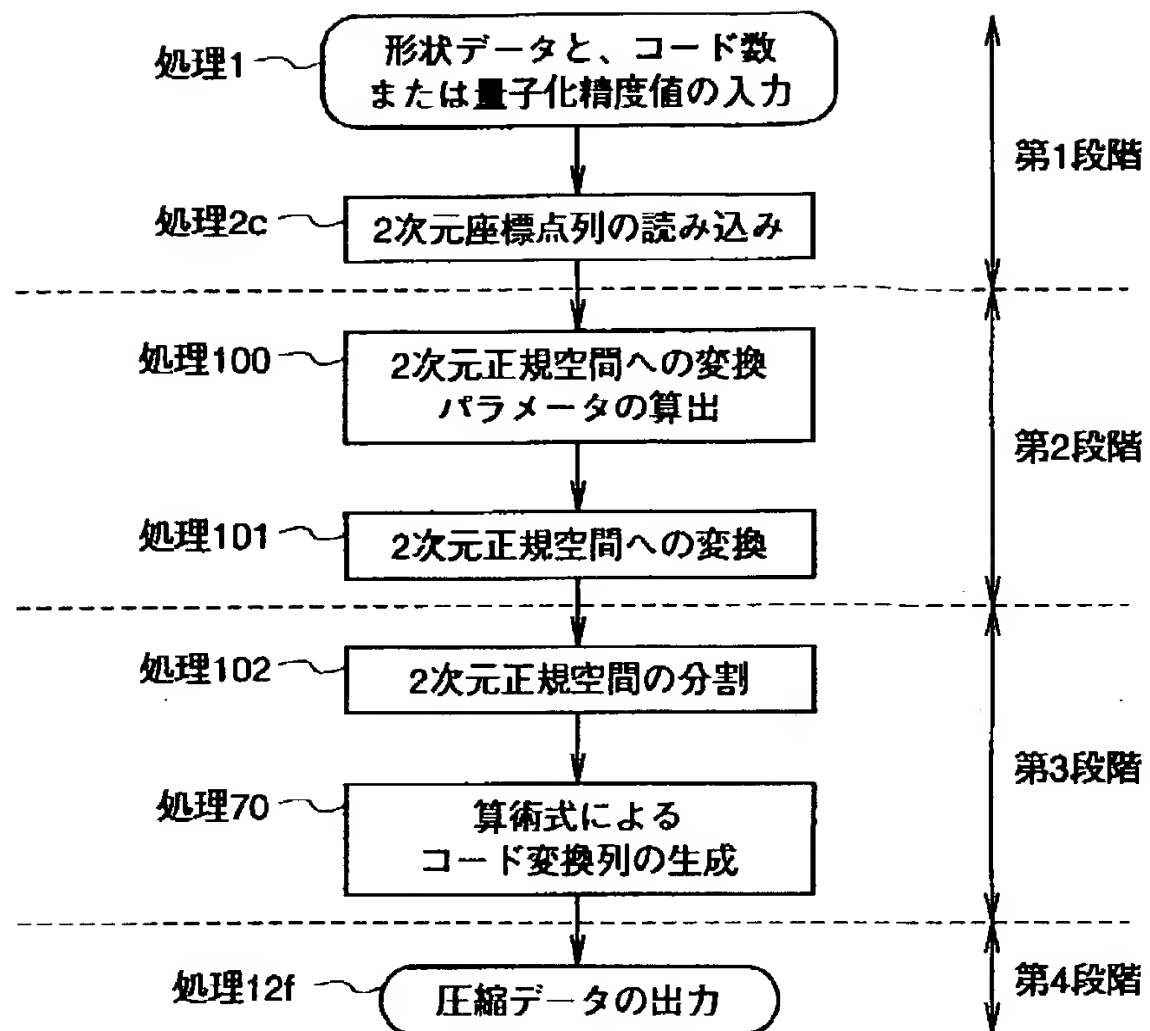
【図14】



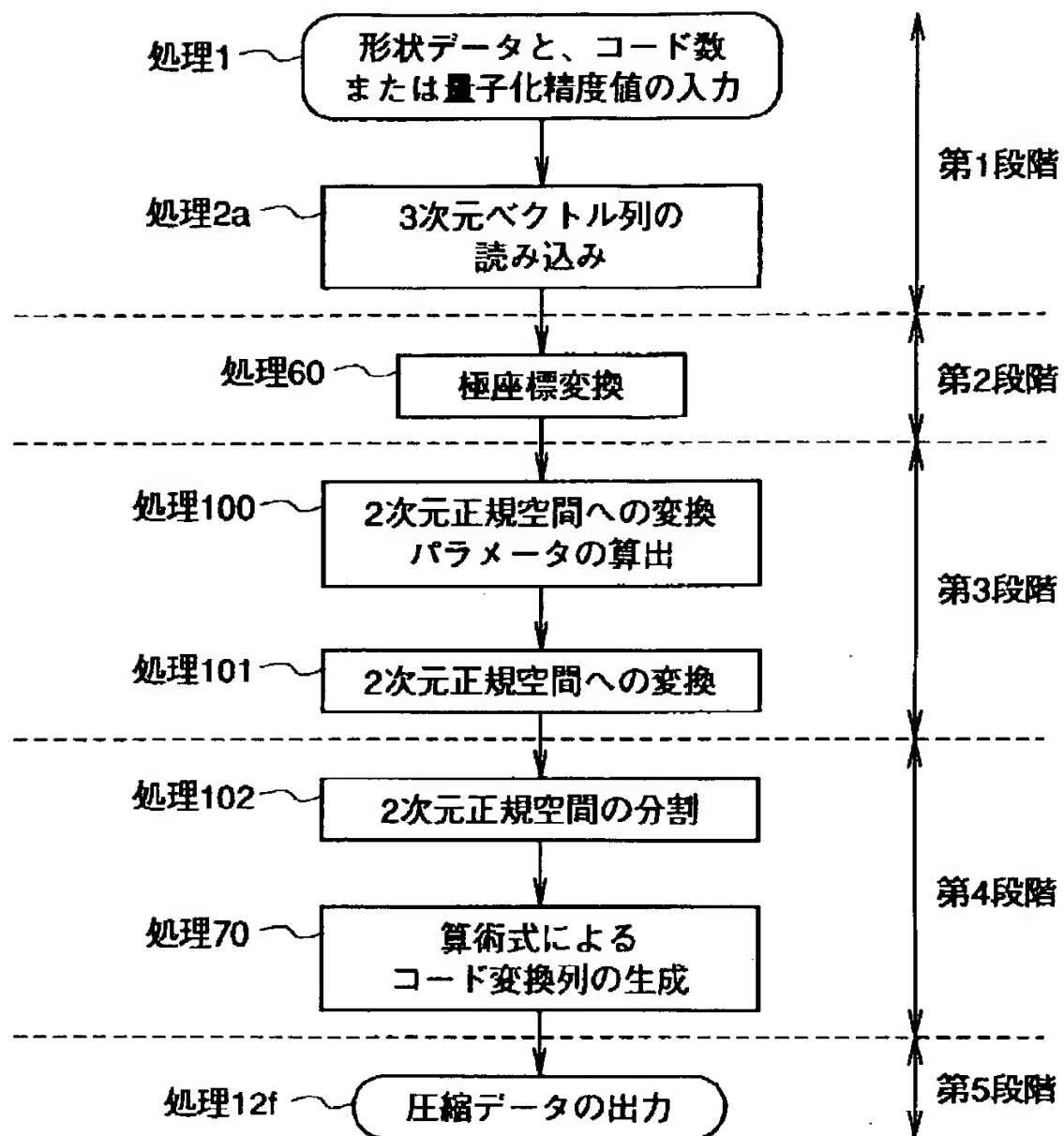
【図9】



【図10】

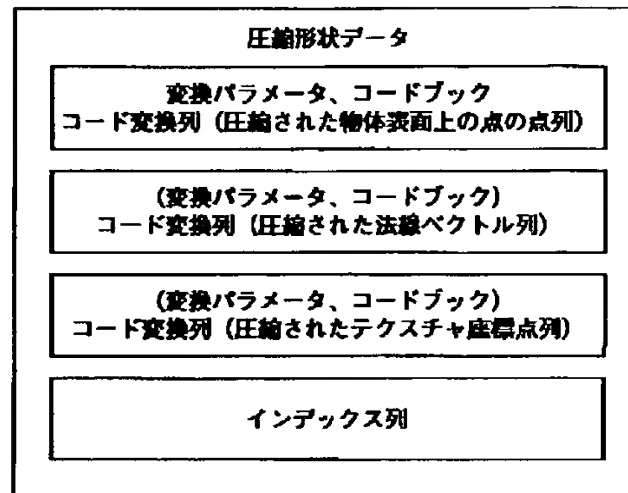


【図11】



【図13】

(a)



(b)

